

PTO 98-2181

EUROPEAN PATENT APPLICATION NO. 0,429,805 B1

METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING A PLEATED FILTER INSERT

Hanspeter Seiler,

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON, D.C. APRIL 1998  
TRANSLATED BY THE RALPH MCELROY TRANSLATION COMPANY

Code: PTO 98-2181

EUROPEAN PATENT OFFICE  
EUROPEAN PATENT NO. 0,429,805 B1

Int. Cl. <sup>5</sup> :	B 29 C	53/84
	B 29 C	53/24
	B 31 D	5/00
Application No.:	90119290.6	
Application Date:	October 8, 1990	
Date of Publication of the Patent:	December 21, 1994	
Priority:		
Date:	November 27, 1989	
Country:	CH	
No.:	4237/89	
Date:	August 16, 1990	
Country:	CH	
No.:	2665/90	
Date of Publication of the Application:	June 5, 1991, Patent Bulletin 91/23	
Date of Publication of the Patent Grant:	December 21, 1994, Patent Bulletin 94/51	
Designated Contracting States:	AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LI, LU, NL, SE	

## METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING A PLEATED FILTER INSERT

[Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer plissierten  
Filtereinlage]

Patent holder: ASF Air System Filter AG,

Inventors: Hanspeter Seiler,

References: EP-A 0,316,512  
DE-A 2,411,165  
FR-A 1,532,034  
GB-A 2,207,081  
US-A 3,570,066  
DE-A 1,904,006  
DE-B 1,212,832  
GB-A 2,146,573  
US-A 3,531,920  
US-A 4,607,770

## Description

/2\*

The present invention pertains to a method and a device for manufacturing a pleated filter insert from a filter material that is made of a thermoplastic synthetic material and that is placed between the inflow side and the outflow side of a filter, with a plurality of elongated protrusions that are formed from the actual filter material and that space apart the walls of the pleats at least in the filter pleats which are open toward the outflow side of the filter.

---

\* [Numbers in the margin indicate pagination in the original document.]

A method and a device of the initially mentioned type are known from US-A 3,531,920. According to this method, the filter material which may also consist of a thermoplastic material is fed to a press by a roller. The press consists of two heated cylinders that can be turned in opposite directions and are provided with intermeshing protrusions and recesses so as to form protrusions and recesses in the filter material. The filter material is provided with the elongated protrusions and recesses that space apart the filter pleat walls as well as transverse grooves for simplifying the formation of pleat edges between these two heated cylinders. In this method, the filter material is permanently deformed between the two heated cylinders by means of deep-drawing. However, the deep-drawing process also alters the structure of the filter material within the deep-drawn area. Consequently, a filter material that is permanently deformed in accordance with this method no longer exhibits the original filter characteristics within the areas that are important for the filtration process. In order to achieve the same filtration effect as with a filter system that has completely effective filter walls, it would be required to choose a larger filter system, i.e., additional expenditures would be required.

Another device for manufacturing a pleated filter insert is known from FR-1 2,273,657. In this device, a ductile filter material is initially provided with longitudinal grooves which alternately have a convex and a concave shape between rollers, wherein the material structure is altered due to the extension of the filter material. The thusly prepared filter material is then folded transverse to the longitudinal grooves in a second step so as to attain a pleated filter insert. In order to fold the filter material transverse to the provided longitudinal grooves, it is

necessary to utilize a ductile filter material. The filter materials used most frequently can, if at all, only be extended if one is willing to accept altered filter characteristics of the filter material. Consequently, this device can only be used for special ductile filter materials. In addition, the pleat edges of the pleats that extend transverse to the longitudinal grooves are disadvantageously uneven, i.e., the cleaning of the filter insert becomes more difficult.

The present invention is based on the objective of developing a method and a device for manufacturing a filter insert from a thermoplastic material which has longitudinal protrusions that space apart the walls of the pleats at least in the filter pleats on the outflow side, wherein the filter characteristics of the filter material should be preserved in the pleat walls during the manufacture despite the deformation of the filter material, wherein the finished filter insert should have a sufficient stability as well as smooth pleat edges that simplify the cleaning of the filter insert, and wherein the filter insert should be economically advantageous.

The aforementioned objective is achieved due to the fact that the band-shaped filter material which is intended for the manufacture of at least one filter insert and guided in the longitudinal direction is made narrower transverse to the longitudinal direction, namely by the amount of material additionally required for the elongated protrusions, by gathering produced evenly over the entire weight, the fact that the elongated protrusions are formed by tension-free, permanent shaping of the gathered filter material which is heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material between the

jaws of a shaping means and by subsequent cooling of the filter material below the deformation temperature, and the fact that the linear areas of the filter material which form the edges of the pleats are heated to a temperature between the deformation temperature and the melting point by at least one heating jaw, namely until the irregularities created by the elongated protrusions and/or the gathering of the filter material are evened out, whereafter said linear portions are cooled to a temperature below the deformation temperature. This method allows the manufacture of a filter insert from a thermoplastic synthetic material in which the pleat walls still exhibit the original filter characteristics of the filter material despite the protrusions, wherein the pleat edges have a smooth surface that can be easily cleaned. The thermally treated pleat edges also ensure a superior stability of the filter insert due to their relatively high stiffness. During thermal treatment performed with one heating jaw, the filter material is permanently contracted at the linear pleat edges and becomes narrower than the width of the untreated filter material by the amount of material additionally required for the elongated pleats. The thusly shortened pleat edges preserve the shape of the elongated protrusions, namely also at the highest operational flow and contamination of the medium to be filtered, and prevent an extension of the elongated protrusions in the filter insert. Filter inserts manufactured in accordance with this method are also economically advantageous because additional measures are neither required for achieving a sufficient stiffness of the filter insert nor for spacing apart the pleat walls of the filter pleats. In this case, the filter characteristics of the filter insert remain intact despite the fully effective pleat walls.

Before the gathered filter material is guided to the jaws of the shaping means, it is heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, whereafter the filter material is guided between the jaws of the shaping means. Due to this measure, the moving speed of the filter material can be increased in a continuous manufacturing process.

It is advantageous to initially guide the gathered filter material between the first jaws that are heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, whereafter the filter material is guided between the second jaws of the shaping means which are cooled below the deformation temperature. Subsequently, the filter material which was provided with longitudinal grooves in this manner is heated within regular intervals to a temperature that lies between the deformation temperature and the melting temperature in the linear areas intended for forming the filter edges under at least one heating jaw, namely until the irregularities caused by the longitudinal grooves are evened out. These steps of the method according to the invention make it possible to prepare a filter material for use in a filter with a pleated filter insert in economically advantageous manner by means of a continuous manufacturing process.

At least two successive pleat wall areas of the filter material which are intended for accommodating the elongated protrusions can be shaped in a tension-free manner between the jaws of a press which are heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material in only one main production step, and each intermediate area of the filter material which is intended for

forming the pleat edges and lies free between the individual pleat wall areas of the filter material held in the press can be heated to a temperature that lies between the deformation temperature and the melting temperature until the irregularities of the filter material within the intermediate area are evened out. In the described press, several pleat wall areas as well as the areas situated in between, which are intended for forming the pleat edges, are permanently deformed in one step.

The longitudinal direction of the elevated protrusions that lie between the jaws of the press relative to the longitudinal direction of the pleat walls may be adjusted to an angle between  $45^\circ$  and  $90^\circ$ . Due to these measures, the elongated protrusions in the filter pleats space apart the pleat walls at least once at an angle of  $90^\circ$  and twice if other angles are chosen. The intersecting elongated protrusions preserve the spacing between the pleat walls, but merely reduce the effective filter surface due to the punctiform contact points between themselves.

In the main step of the process, the successive pleat wall areas are held in the press at an acute angle to one another, and a pleat edge can be formed in each intermediate area of the filter material which lies free between the individual pleat wall areas held in the press by heating it to a temperature that lies between the deformation temperature and the melting temperature. This measure makes it possible to manufacture the pleated filter insert with protrusions in the pleat walls and pleat edges between the folded pleat walls in only one step.

The linear areas of the filter material intended for the formation of pleat edges are advantageously heated to a temperature that lies between the shrinkage temperature and the melting temperature by at least one heating jaw until the



irregularities created by the elongated protrusions and/or the gathering of the filter material are evened out. Due to this measure, a particularly stable linear area is achieved on the pleat edges of the filter insert such that the filter insert is also able to maintain its stability under special conditions.

An apparatus for carrying out the aforementioned method is characterized by the fact that several rounded projections that are spread out transversely to the longitudinal direction of the filter material and intermesh with each another, similar to a comb, are provided for gathering the filter material, the fact that the shaping means contains at least one heater for the filter material and at least two jaws which carry out the tension-free permanent shaping of the filter material required for realizing the elongated protrusions, and the fact that at least one heating jaw that is only effective for these areas is provided for manufacturing the linear areas of the filter material which are free of irregularities and intended for the formation of the filter edges. This apparatus is very /4 uncomplicated and economically advantageous.

Two jaws that are thermally insulated from each other in the longitudinal direction of the filter material are provided for the shaping means, wherein the filter material is, viewed in the moving direction, initially guided between jaws that are heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, and wherein the filter material is subsequently guided between jaws that are heated to a temperature that lies below the deformation temperature. In order to manufacture a filter insert with elongated protrusions that extend obliquely to the longitudinal direction of the band-shaped filter material and a shaping means with jaws that have

intermeshing oblique grooves and oblique ribs and are subdivided transversely to the longitudinal direction of the filter material are provided, wherein the jaws carry out a movement which is transverse to the longitudinal direction of the band-shaped filter material with a speed that corresponds to the lateral displacement speed of the oblique protrusions.

It is advantageous to provide at least one transport gripper which carries out stepwise feeding of the band-shaped filter material which corresponds to at least the distance between two pleat edges of the filter insert. During this stepwise feeding, the heating jaw provided for forming the filter edges is simply lowered and then raised.

The apparatus has at least three jaws with a trapezoidal cross section which can be closed in the longitudinal direction of the elongated protrusions provided in the pleat walls and the tips of which alternately point in opposite directions, and at least one heating jaw that cooperates with the tip of each trapezoidal jaw positioned between the two outer jaws and heats the filter material to a temperature that lies between the shrinkage temperature and the melting temperature. The slanted sides of the jaws with a trapezoidal cross section form an angle between  $5^{\circ}$  and  $70^{\circ}$ .

Embodiments of the invention are described in detail below with reference to the enclosed figures. The figures show:

Figure 1, a filter provided with a filter insert;

Figure 2, a detailed perspective representation of the pleated filter insert;

Figure 3, a schematic side view of an apparatus for manufacturing the pleated filter insert;

Figure 4, a schematic top view of the apparatus shown in the previous figure;

Figure 5, a schematic side view of another embodiment of the apparatus for manufacturing the pleated filter insert;

Figure 6, a schematic top view of the apparatus shown in the previous figure;

Figure 7, a top view of the lower half of the jaws of the shaping means shown in Figures 5 and 6, and

Figure 8, a cross section through the upper jaws of this shaping means.

The partially sectioned filter shown in Figure 1 consists of a perforated tube 1, two flanges 2, 3 mounted onto the tube 1 and a pleated filter insert 4 arranged between the two flanges 2, 3. The flange 2 is provided with a groove 5 for a ring seal. In Figure 1, the filter unit is shown without the housing and the connecting elements so as to provide a better overview. The gaseous or liquid medium to be filtered is radially fed to the inflow side of the filter unit from the outside through the not-shown housing. The perforated tube 1 lies on the outflow side of the filter unit 4. The filtered medium is axially discharged from the tube 1 via a not-shown connection piece.

The pleated filter insert 4 consists of a thermoplastic filter material. Such filter materials are available on the market and manufactured from a conventional thermoplastic material, e.g., polyethylene, polypropylene, polyester, polyamide, polytetrafluoroethylene, etc. Figure 2 shows an enlarged detail of the pleated filter insert according to Figure 1. This figure, in particular, indicates that the pleat

walls 7-14 are spaced apart by elongated protrusions 15 in the filter pleats that are open toward the outflow side indicated by the arrows 6 when the filter pleats are compressed. The protrusions 15 are formed from the actual filter material and protrude in the filter pleats on the outflow side. The longitudinal direction of the protrusions 15 extends at an angle of approximately  $70^\circ$  to the longitudinal direction of the pleat walls 7-14. Due to the transverse arrangement of the protrusions 15 relative to the longitudinal direction of the pleat walls 7-14, the protrusions 15 intersect each other in the filter pleats on the outflow side and only contact one another in punctiform manner, i.e., the filter material in all pleat walls 7-14 is practically effective in its entirety without losing any filtration surface. The filter pleats on the inflow side of the filter according to Figure 1 are held open due to the round arrangement. If the filter pleats were arranged behind other in one plane, protrusions that protrude from the filter material on both sides would be provided. In Figure 2, the inflow side of the filter unit 4 is indicated by the arrows 16.

/5

The filter material for the filter insert 4 is prepared with the aid of a special method. In order to prevent the filter material from being twisted or distorted during the subsequent formation of the elongated protrusions, i.e., to prevent an alteration of the filter material structure, the band-shaped filter material which is transported in the longitudinal direction is made narrower transversely to the longitudinal direction by the amount of material additionally required for the elongated protrusions in a first step, namely by gathering produced evenly over the entire width. The elongated protrusions

are subsequently formed by tension-free permanent shaping of the filter material between the jaws of a shaping means. During this process, the filter material to be shaped is heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material. After the shaping, the filter material is cooled to a temperature that lies below the deformation temperature. The linear areas of the filter material intended for the formation of pleat edges are heated to a temperature that lies between the shrinkage temperature and the melting temperature by means of at least one heating jaw until the irregularities created by the elongated protrusions and/or the gathering of the filter material are evened out due to material deformation. These smoothed areas are subsequently cooled to a temperature that lies below the deformation temperature. The filter insert 4 which was formed of the filter material in this manner exhibits the original filter characteristics and has smooth pleat edges that can be easily cleaned at the pleat walls 7-14 despite the protrusions 15. The thermally treated pleat edges which are relatively stiff also provide the filter insert 4 with a superior stability. The filter material is permanently contracted at the linear pleat edges during the thermal treatment carried out by one heating jaw and made narrower than the width of the untreated filter material at this location by the amount of material additionally required for the elongated protrusions. The thusly shortened pleat edges preserve the shape of the elongated protrusions, namely even at the highest operational flow and contamination of the medium to be filtered, and do not allow the elongated protrusions to expand in the filter insert.

According to an additional development of this method, the gathered filter material is, before being fed to the jaws of the shaping means, heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, whereafter the filter material is guided between the jaws of the shaping means. The preheated filter material is more ductile than the cold filter material and can be inserted between the jaws of the shaping means more easily.

According to another variation of this method, the gathered filter material is initially guided between two heated jaws of the shaping means and subsequently guided between two cooled jaws of the shaping means. The temperature of the heated jaws lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, wherein said temperature usually lies between 60°C and 140°C depending on the filter material used. The cooled jaws have a temperature that lies below the deformation temperature. The filter material that is provided with longitudinal grooves after the passage through these jaws is heated to a temperature that lies between the deformation temperature and the melting temperature at regular intervals within the areas intended for the filter edges by means of heating jaws until the irregularities caused by the longitudinal corrugations are evened out.

According to one additional development of this method, the filter insert 4 may be manufactured in only one main step after the gathering of the filter material. In this case, two successive pleat wall areas 17, 18 of the filter material which are intended for accommodating the elongated protrusions 15 are individually held between the jaws of a press in a tension-free manner. It is important for the filter material not to be twisted

or distorted between the jaws of the press so as to prevent alterations of the filter characteristics of the filter material. An intermediate area 19 that contains irregularities lies between the pleat wall areas 17, 18 held in the press. In order to even out the irregularities within the intermediate area 19, the intermediate area 19 is heated to a temperature that lies between the deformation temperature and the melting temperature of the filter material. The intermediate area 19 is permanently deformed under the influence of this heat, whereafter a smooth surface without irregularities remains. An acute pleat edge that lies between the pleat wall areas 17, 18 is simultaneously formed during this step, namely because the jaws of the press hold the successive pleat wall areas 17, 18 at an angle of approximately  $45^\circ$  during the heating of the intermediate area 19. All protrusions 15, intermediate areas 19 and pleat edges of the filter insert 4 are produced in the desired shape during analogous additional steps. In order to stabilize the shape of the protrusions 15, the jaws of the press and consequently the pleat wall areas 17, 18 are heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material during the pressing process. At this temperature, the filter characteristics of the filter material are not influenced, but the filter material is subjected to a permanent deformation. The deformation temperature, the shrinkage temperature and the melting temperature of the filter material can be obtained from the material ratings provided by the manufacturer or practical tests.

/6

An apparatus that is schematically illustrated in the form of a side view and a top view in Figures 3 and 4 is provided for carrying out the previously described method. A table 21 with

corrugations was selected for pre-deforming the filter material 20 that is fed to the apparatus in the form of a material web. Rollers 22 that press the filter material 20 into the corrugations are provided. The main step is carried out in a subsequently arranged press. The press contains four jaws 23, 24, 25, 26 with a trapezoidal cross section which can be heated, wherein the filter material 20 is clamped and held between said jaws during the formation of the elongated protrusions 15. The jaws 23, 24, 25, 26 are inserted into holding devices in the lateral guide and drive components 27, 28, wherein said holding devices can be displaced in the longitudinal direction 29 by means of a chain drive that is not illustrated in detail. Two heating jaws 30, 31 are provided which heat the filter material to a temperature that lies between the shrinkage temperature and the melting temperature within the intermediate areas 19 situated between two pleat wall areas 17, 18 that are held in the press as shown in Figure 2. The heating jaws 30, 31 cooperate with the tips of the trapezoidal jaws 24, 25 positioned between the two outer jaws 23, 26. The thusly deformed, finished pleated filter insert is collected in a magazine 32 after emerging from the press.

The apparatus shown in Figures 3 and 4 functions as described below. The filter material 20 is transported to the table 21 that is provided with corrugations. The heated rollers 22 provide the filter material with longitudinal corrugations 33 at this location. The temperature of the rollers 22 lies below the shrinkage temperature of the selected filter material. The thusly gathered filter material is clamped between the jaws 23, 24, 25, 26 of the press which form the elongated protrusions 15 and are provided with cooperating projections and recesses. The



jaws 23, 24, 25, 26 are heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material. In order to prevent the filter material from being distorted while the jaws 23, 24, 25, 26 are closed, the jaws 23, 24, 25, 26 are actuated such that they close successively, namely in the longitudinal direction of the elongated protrusions 15 arranged in the pleat walls 7-14. As soon as the filter material is clamped between the jaws 23, 24, 25, 26, the heating jaws 30, 31 are closed and heat the intermediate areas 19 shown in Figure 2 to a temperature that lies above the shrinkage temperature and below the melting temperature of the filter material. The heating jaws 30, 31 may act upon projecting parts of the filter material in punctiform manner or upon the entire length of the intermediate areas 19 in linear manner. A conventional heating device, e.g., an ultrasonic or infrared heater, is used for heating the heating jaws 30, 31. At the above-mentioned temperature, the filter material contracts underneath the heating jaws 30, 31. After removing the heating jaws 30, 31, the filter material is smooth and relatively stiff within the intermediate areas 19 that form the pleat edges. The smooth pleat edges can be easily cleaned. In addition, the stiffness of the pleat edges provides the filter insert 4 with a superior stability.

After the completion of the previously described step, the front jaw 23 is lifted out of the holding devices of the drive components 27, 28 by means of a gripping and lifting device 34, and the additional jaws 24, 25, 26 are displaced forward, i.e., toward the right in Figure 3. The gripping and lifting device 34 and the jaw 23 suspended thereon are now displaced toward the rear, i.e., toward the left in Figure 3. The jaw 23 is now

inserted into the holding devices of the drive components 27, 28 in the first gap at the location of the advance jaw 26. Subsequently, the gripping and lifting device 34 returns into the idle position.

The jaw 24 is now positioned in the front position. A second gripping and lifting device 35 now pulls the jaw 24 out of the row of additional jaws 25, 26, 23. After the front jaw 24 has been pulled out, the remaining three jaws 25, 26, 23 are pushed forward. The gripping and lifting device 35 with the jaw 24 suspended thereon is subsequently pushed back and the jaw 24 is inserted into the holding devices of the drive components 27, 28 at the last position, i.e., behind the jaw 23. The second gripping and lifting device 35 now also returns to the idle position. After these jaw movements, a fresh section of filter material with irregularities lies underneath the heating jaws 30, 31 because additional filter material was pulled off the roll of filter material due to the displacement of the jaws 25, 26, 23, 24. The pleat wall areas 17, 18 with the elongated protrusions 15 are clamped between the jaws 25, 26, 23, 24 of the press. The heating jaws 30, 31 are now closed again and heat the filter material positioned underneath the heating jaws to a temperature that lies between the shrinkage temperature and the melting temperature of the filter material. In the ensuing repetitive steps, the first jaws 23, 24, 25, 26 are moved from the first to the last position outside of the row of jaws 23, 24, 25, 26 in accordance with the respective distance between the heating jaws 30, 31, and the remaining jaws 23, 24, 25, 26 are pushed forward in the row of jaws 23, 24, 25, 26. The finished filter insert 4 is pressed into the magazine 32.

One additional embodiment of an apparatus for carrying out the described method is shown in Figures 5-8. Figure 5 shows a schematic side view of the apparatus, and Figure 6 shows a schematic top view of this apparatus. A schematic representation was chosen so as to provide a better overview of the essential functional components. In Figures 4-8, all guiding and actuating elements are omitted. In this respect, any suitable guiding and actuating elements available on the market may be used.

According to Figure 5, the filter material 36 is provided in the form of a roll. Several rounded projections 38 that are spread out to both sides of the center and intermesh like a comb are provided on a table 37, wherein the top portion of the rounded projections is formed by rolls and the bottom portion of said projections is formed by corrugations arranged in the table surface. The filter material 36 is guided between these projections 38 and gathered as well as made narrower in this manner. Behind the table 37, a heater 39 that is directed toward the filter material 36 lies underneath the filter material 36. The shaping means with the two jaws 40, 41 is arranged behind the aforementioned heater. The jaws 40 are heated to a temperature that lies below the shrinkage temperature and above the deformation temperature by means of a heating rod 42 that is schematically illustrated in Figure 8. The jaws 41 are cooled to a temperature that lies below the deformation temperature by an air current indicated by the arrows 43. Figure 8 shows a cross section through the upper half of the jaws 40, 41. Figure 7 shows a top view of the lower halves of the jaws 40, 41, wherein the upper jaws are removed in this figure. The jaws 40, 41 are subdivided transversely to the longitudinal direction of the band-shaped filter material and provided with oblique grooves 44

and oblique ribs 45, wherein the oblique ribs 45 engage the oblique grooves of the counterpiece in the upper half of the jaws 40, 41 and vice versa. The individual parts of the jaws 40, 41 are guided such that they move transversely to the longitudinal direction of the filter material 36 concurrently to the oblique grooves of the filter material 36 and, after being lifted off the lateral edge of the filter material 36, raised or lowered out of the row and returned to the beginning of the moving parts of the jaws 40, 41.

Two pneumatic transport grippers 46, 47 that act similar to pliers are provided for incrementally transporting the filter material 36 by twice the distance between two pleat edges 48 of the filter insert 4. Four heating jaws 49 that can be raised and lowered are provided behind the transport grippers 46, 47. The closed heating jaws 49 which contact the filter material 36 heat the filter material 36 to a temperature that lies between the deformation temperature and the melting temperature. The filter material is folded in a subsequent step that is not described in detail. In order to prepare the filter material for this folding process, the heating jaws 49 may additionally impress folding edges that alternately oppose each other into certain areas of the filter material. These folding edges consist of grooves that are alternately directed opposite of each other and extend transversely to the longitudinal direction of the filter material.

The apparatus shown in Figures 5-8 functions as described below. The beginning of the filter material 36 is initially placed into the apparatus. Subsequently, the heaters 39, the heating rods 42 in the jaws 40, the air cooling for the jaws 41 and the control unit of the entire device which is not described

or illustrated in detail are switched on. As soon as the desired temperatures are reached at all locations of the apparatus, the control unit switches on the transport grippers 46, 47. The edges of the transport grippers 46, 47 which are cushioned with a soft material take hold of and advance the filter material 36 by twice the distance between two adjacent pleat edges 48 of the filter insert 4. After the filter material 36 has reached this position, the four heating jaws 49 are closed and heat the filter material 36 to a temperature that lies between the deformation temperature and the melting temperature within two successive areas intended for the formation of pleat edges 48 until the irregularities created by the elongated protrusions and/or the gathering of the filter material are evened out. During this process, the transport grippers 46, 47 are moved apart and return into the starting position. After the irregularities have been evened out, the heating jaws 49 are removed from the filter material 36, and the filter material 36 is subsequently cooled to a temperature that lies below the deformation temperature. The cooling may, if so required, take place under the influence of a forced air current. The transport grippers 46, 47 now take hold of the filter material 36 once again, and the previously described sequence of steps begins anew. While the filter material 36 is transported, the jaws 40, 41 of the shaping means are displaced transversely to the longitudinal direction of the filter material 36, i.e., in the direction indicated by the arrow 50 in Figure 6, at a speed that corresponds to the lateral displacement speed of the oblique grooves 44 and oblique ribs 45 of the filter material 36. As soon as a separate part of the jaws 40, 41 has moved beyond the edge of the filter material, it is lifted out of the row and returned to the beginning of the row of jaws 40, 41 in a

not-shown returning device.

# Claims

1. A method of making a pleated filter insert (4) from a filter material made of thermoplastic synthetic material and provided to go between the inflow side (16) and the outflow side (6) of a filter, with a plurality of elongated protrusions (15) formed from the actual filter material, which space the walls (7 - 14) of the pleats apart at least in the filter pleats which are open towards the outflow side of the filter, characterised in that in a first step in the process the filter material in strip form, which is designed to make at least one filter insert and which is conveyed lengthwise, is made narrower transversely to the longitudinal direction, by the amount of material additionally required for the elongated protrusions (15), by gathering effected evenly over the whole width, that the elongated protrusions (15) are formed by tension-free, permanent shaping of the gathered filter material, heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material, between the jaws of a shaping means, and by ensuing cooling of the filter material dropping below the deformation temperature, and that the linear portions (19) of the filter material, provided to form the edges of pleats, are heated by at least one heating jaw to a temperature between the deformation temperature and the melting point, until the irregularities created by the elongated protrusions and/or the gathering of the filter material are evened out, and are then cooled to a temperature below the deformation temperature.
2. A method according to claim 1, characterised in that the gathered filter material is heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature before being fed to the jaws of the shaping means, and is then guided between the jaws of the shaping means.
3. A method according to claim 1, characterised in that the gathered filter material is guided first between first jaws (40) of the shaping means, heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, and next between second jaws (41) cooled below deformation temperature, then the filter material thus provided with longitudinal corrugations is heated at regular intervals, in the linear portions provided to form edges of the filter, under at least one heating jaw (49) to a temperature between the deformation temperature and the melting point, until the irregularities created by the longitudinal corrugations are evened out.
4. A method according to claim 1, characterised in that in a single main step in the process at least two successive pleat wall areas (17, 18) of the filter material designed to receive the elongated protrusions (15) are shaped free from tension between the jaws (23, 24, 25, 26) of a press which are heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material and each intermediate area (19) of filter material, lying free between the individual pleat wall areas (17,18) of the filter material held in the press and designed to form the edges of pleats, is heated to a temperature between the deformation temperature and the melting point, until the irregularities in the filter material in the intermediate area (19) are evened out.
5. A method according to claim 4, characterised in that the longitudinal direction of the elongated protrusions (15) located between the jaws (23, 24, 25, 26) of the press is set at an angle of 45 to 90° to the longitudinal direction of the walls (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) of the pleats.

6. A method according to claim 4 or 5, characterised in that in the main step in the process the successive pleat wall areas (17, 18) are held at an acute angle to each other in the press, and an edge of a pleat is formed in each intermediate area (19) of filter material lying free between the individual pleat wall areas (17,18) held in the press, by heating it to a temperature between the deformation temperature and the melting point.
7. A method according to any of claims 1, 3, 4 or 6, characterised in that the linear portions of filter material provided to form the edges of pleats are heated by at least one heating jaw to a temperature between the shrinkage temperature and the melting point, until the irregularities created by the elongated protrusions (15) and/or the gathering of the filter material are evened out.
8. Apparatus for carrying out the method of any of claims 1 to 7, characterised in that a plurality of rounded, projections (22; 38), spread out transversely to the longitudinal direction of the filter material and engaging in each other like a comb, are provided to gather the filter material (20; 36), that the shaping means comprises at least one heater appropriate for the filter material and at least one jaw (23-26; 40, 41) carrying out the tension-free, permanent shaping of the filter material required for the elongated protrusions, and that in order to make the linear portions of filter material free from irregularities, for the formation of filter edges, at least one heating jaw (30, 31; 40) is provided, effective for those portions only.
9. Apparatus according to claim 8, characterised in that two jaws (40, 41), thermally insulated from each other longitudinally of the filter material (36), are provided for the shaping means, the filter material being guided in the advancing direction first between the jaws (40) at a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, and then between the jaws (41) at a temperature below the deformation temperature.
10. Apparatus according to claim 9, characterised in that in order to make a filter insert with elongated protrusions extending obliquely to the longitudinal direction of the filter material in strip form, a shaping means is provided, with jaws (40, 41) which have interengaging oblique grooves (44) and oblique ribs (45) and which are subdivided transversely to the longitudinal direction of the filter material, the jaws (40, 41) carrying out a movement transversely to the longitudinal direction of the filter material in strip form, corresponding to the lateral displacement speed of the oblique protrusions.
11. Apparatus according to any of claims 8 to 10, characterised in that at least one transporting grab (46, 47) is provided, which effects a step-wise feed of the filter material (36) in strip form, corresponding to at least one times the distance between two pleat edges (48) of the filter insert.
12. Apparatus according to claim 8, characterised in that the apparatus has at least three jaws (23, 24, 25, 26) of trapezoidal cross-section which can be closed longitudinally of the elongated protrusions (15) provided in the walls (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) of the pleats and the tips of which point alternately in opposite directions, and at least one heating jaw (30, 31) which interacts with the tip of each trapezoidal jaw (24, 25) located between the two outer jaws (23, 26) and which heats the filter material (20) to a temperature between its shrinkage temperature and its melting point.
13. Apparatus according to claim 12, characterised in that the slanting sides of the jaws (23, 24, 25, 26) of trapezoidal section are at an angle of 5 to 70° to each other.

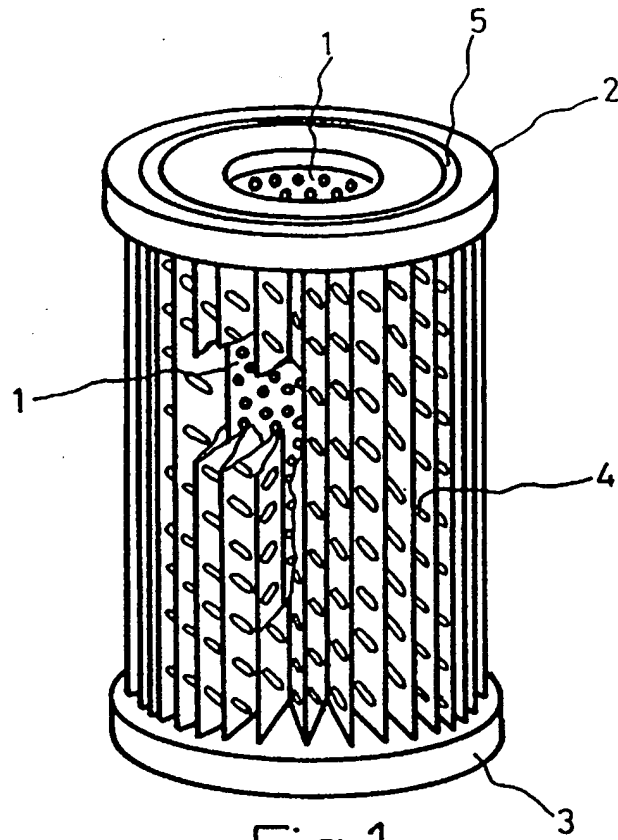


Fig. 1

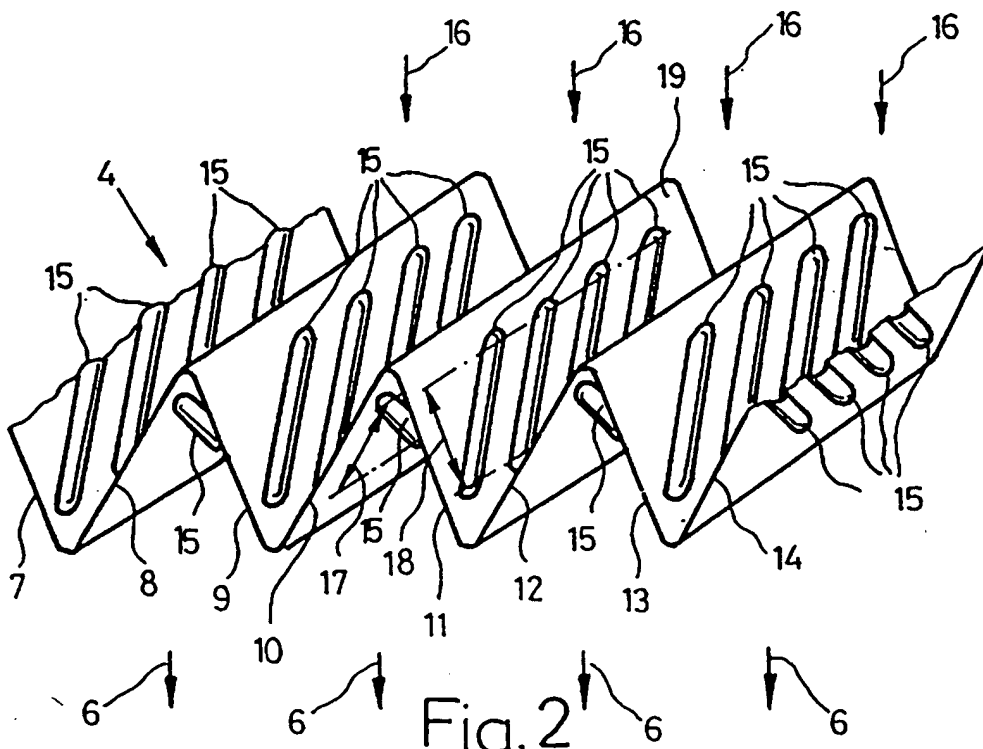


Fig. 2



Fig.3

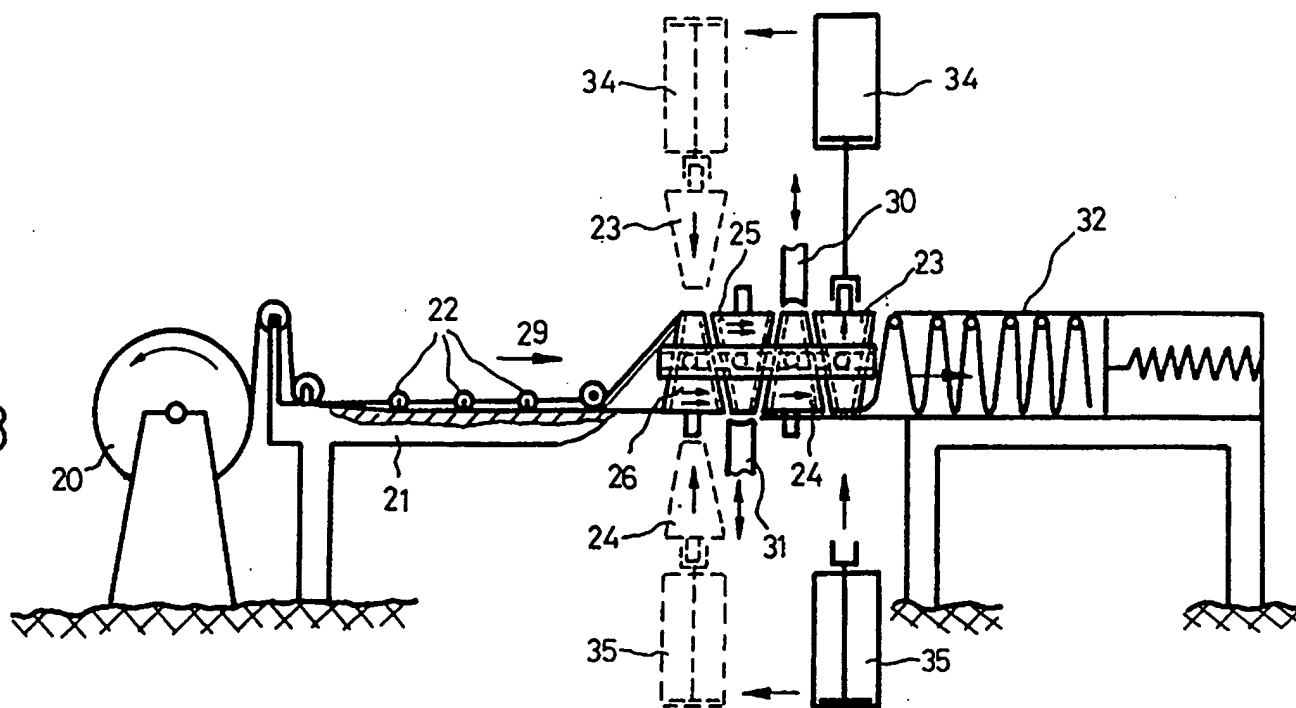


Fig.4

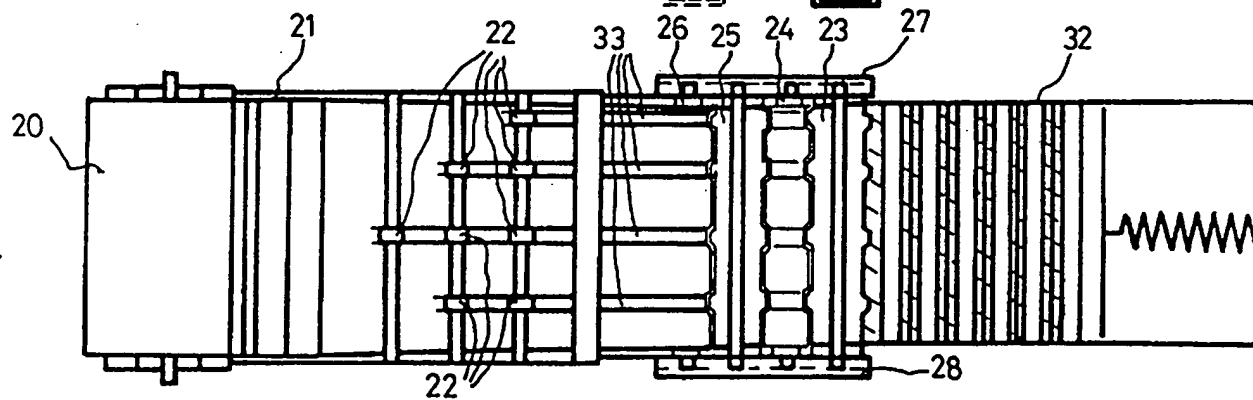


Fig. 5

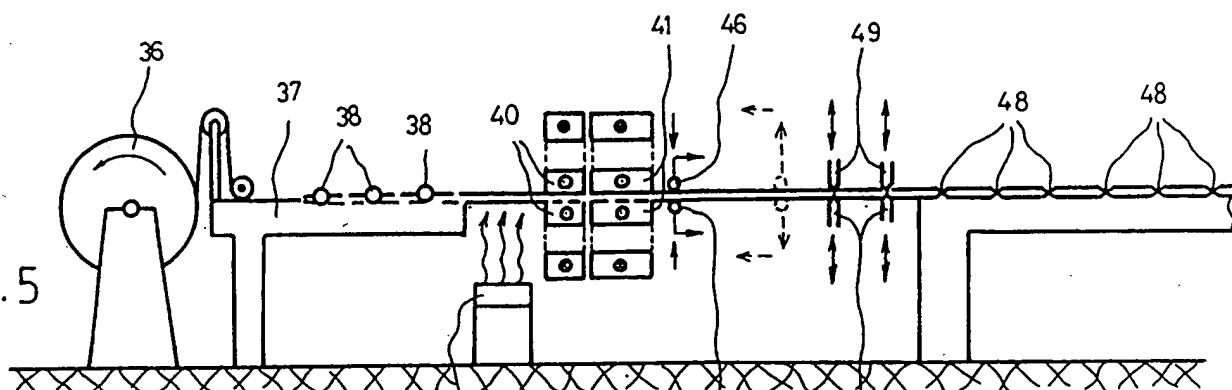
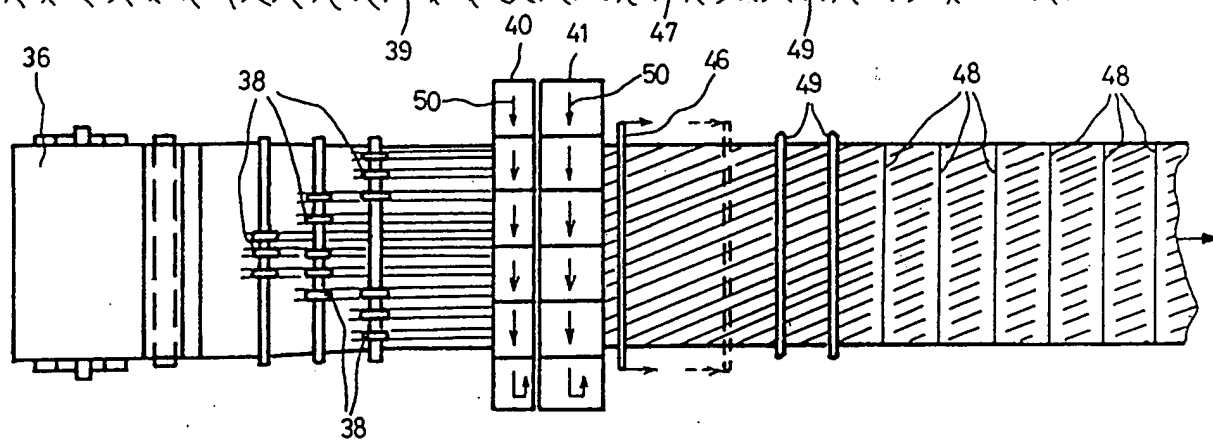


Fig. 6



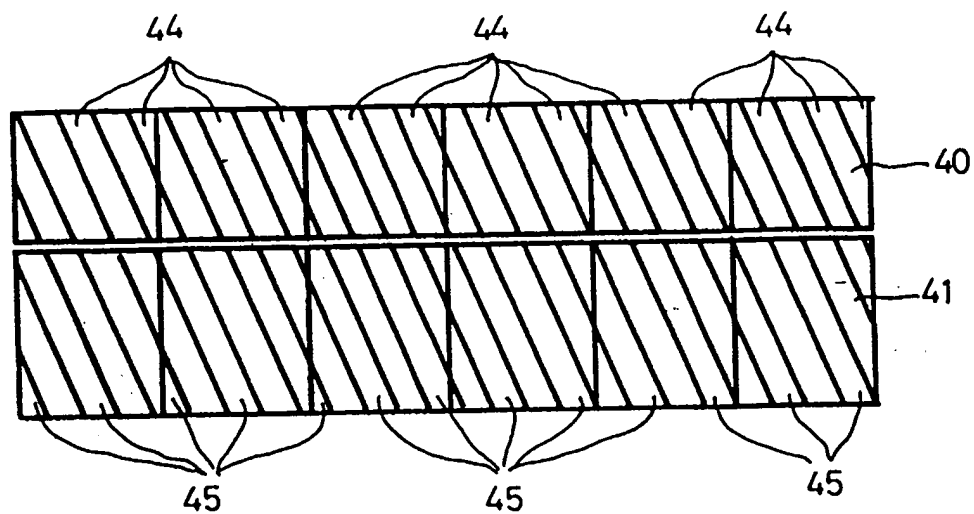


Fig. 7

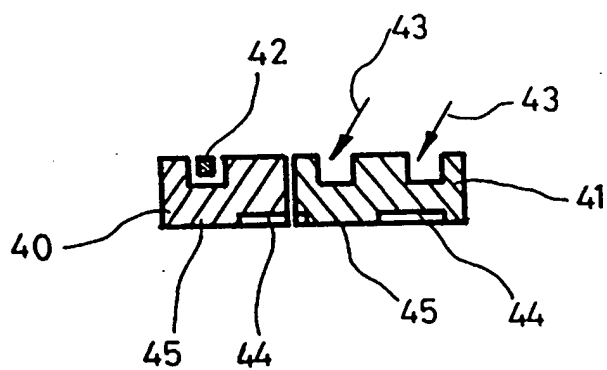


Fig. 8

19



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer: **0 429 805 B1**

12

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**43 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **21.12.94**51 Int. Cl. 5: **B29C 53/84, B29C 53/24,  
B31D 5/00**21 Anmeldenummer: **90119290.6**22 Anmeldetag: **08.10.90**

54 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer plissierten Filtereinlage.

30 Priorität: **27.11.89 CH 4237/89  
16.08.90 CH 2665/90**43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.06.91 Patentblatt 91/23**45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**21.12.94 Patentblatt 94/51**54 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

59 Entgegenhaltungen:

<b>EP-A- 0 316 512</b>	<b>DE-A- 1 904 006</b>
<b>DE-A- 2 411 165</b>	<b>DE-B- 1 212 832</b>
<b>FR-A- 1 532 034</b>	<b>GB-A- 2 146 573</b>
<b>GB-A- 2 207 081</b>	<b>US-A- 3 531 920</b>
<b>US-A- 3 570 066</b>	<b>US-A- 4 607 770</b>

73 Patentinhaber: **ASF AIR SYSTEM FILTER AG  
Rollweg 15  
CH-2543 Lengnau b. Biel (CH)**77 Erfinder: **Seller, Hanspeter  
Wässerig 29  
CH-4653 Obergösgen (CH)**74 Vertreter: **Morva, Tibor  
Morva Patentdienste  
Hintere Vorstadt 34  
Postfach  
CH-5001 Aarau (CH)****EP 0 429 805 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

1

EP 0 429 805 B1

2

**Beschreibung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer plissierten Filtereinlage aus einem aus thermoplastischem Kunststoff bestehenden, für zwischen der Zuströmseite und der Abströmseite eines Filters vorgesehenen Filtermaterial, mit mehreren mindestens in den zur Abströmseite des Filters hin offenen Filterfalten die Faltenwände voneinander beabstandenden, aus dem Filtermaterial selber geformten, länglichen Ausbuchtungen.

Aus der US-A 3.531.920 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art bekannt. Nach diesem Verfahren wird das Filtermaterial, das auch aus einem Thermoplast bestehen kann, durch eine Rolle zu einer Presse geführt. Die Presse besteht aus zwei in entgegengesetzter Richtung drehbaren, mit für die Bildung von Ausbuchtungen und Einbuchtungen im Filtermaterial vorgesehenen, ineinandergreifenden Ausbuchtungen und Vertiefungen versehenen, geheizten Zylindern. Das Filtermaterial wird zwischen diesen beiden geheizten Zylindern mit den für die Beabstandung der Filterfaltenwände bestimmten länglichen Aus- und Einbuchtungen sowie mit Querrillen zur Erleichterung der Bildung von Faltenkanten versehen. Das Filtermaterial wird bei diesem Verfahren zwischen den beiden geheizten Zylindern durch Tiefziehen bleibend verformt. Durch Tiefziehen wird aber auch die Struktur des Filtermaterials im tiefgezogenen Bereich verändert. Deshalb kann das nach diesem Verfahren bleibend verformte Filtermaterial in den für die Filtrierung wichtigen Bereichen die ursprünglichen Filtereigenschaften nicht behalten. Es ist deshalb notwendig, dass man eine grössere, Mehrkosten bedeutende Filtereinlage wählt, wenn man die gleiche Filterwirkung erreichen will, wie mit einer Filtereinlage mit vollständig wirksamen Filterwänden.

Aus der FR-A1 2.273.657 ist eine weitere Vorrichtung zur Herstellung einer plissierten Filtereinlage bekannt. Bei dieser Vorrichtung wird ein dehnbares Filtermaterial zuerst zwischen Walzen unter Veränderung der Materialstruktur durch Dehnung des Filtermaterials mit abwechselungsweise konvexen und konkaven Längsrillen versehen. Das so vorbereitete Filtermaterial wird in einem zweiten Schritt quer zu den Längsrillen gefaltet, um so die plissierte Filtereinlage zu erhalten. Um das mit Längsrillen versehene Filtermaterial quer zu den Längsrillen falten zu können, muss ein dehnbares Filtermaterial verwendet werden. Die meisten verwendeten Filtermaterialien sind aber nicht oder zumindest nicht ohne Veränderung der Filtereigenschaften des Filtermaterials dehnbar. Deshalb ist diese Vorrichtung nur für spezielle, dehnbare Filtermaterialien verwendbar. Die bei den quer zu den Längs-

rillen erfolgten Faltungen liegenden Faltenkanten weisen bei dieser Filtereinlage ausserdem unerwünschte Unebenheiten auf, die die Reinigung der Filtereinlage zumindest erschweren.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer Filtereinlage aus einem thermoplastischen Material mit mindestens in den abströmseitigen Filterfalten vorhandenen, abstandhaltenden, länglichen Ausbuchtungen zu schaffen, wobei während der Herstellung die Filtereigenschaften des Filtermaterials in den Faltenwänden trotz Verformung des Filtermaterials erhalten bleiben sollen und die fertige Filtereinlage eine ausreichende Stabilität und die Reinigung der Filtereinlage erleichternde, glatte Faltenkanten aufweisen sowie wirtschaftlich vorteilhaft sein soll.

Die gestellte Aufgabe ist dadurch gelöst, dass das bandförmige, für die Herstellung mindestens einer Filtereinlage bestimmte, in Längsrichtung transportierte Filtermaterial in einem ersten Verfahrensschritt quer zur Längsrichtung um den für die länglichen Ausbuchtungen notwendigen, zusätzlichen Materialbedarf durch auf die ganze Breite gleichmässig verteiltes Rafften geschmälert wird, dass die länglichen Ausbuchtungen durch eine spannungsfreie, bleibende Formung des gerafften, auf eine unter der Schrumpftemperatur und über die Verformungstemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmten Filtermaterials zwischen den Backen einer Formungseinrichtung und durch eine anschliessende unter die Verformungstemperatur sinkende Abkühlung des Filtermaterials hergestellt werden und dass die für die Bildung von Faltenkanten vorgesehenen, linienförmigen Bereiche des Filtermaterials durch mindestens einen Heizbacken auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt werden, bis die durch die länglichen Ausbuchtungen und/oder durch die Raffung des Filtermaterials entstandenen Unebenheiten ausgeglichen sind und danach auf eine unter der Verformungstemperatur liegende Temperatur abgekühlt werden. Dieses Verfahren ermöglicht die Herstellung einer Filtereinlage aus thermoplastischem Kunststoff, bei der die Faltenwände trotz vorhandenen Ausbuchtungen die ursprünglichen Filtereigenschaften des Filtermaterials beibehalten und die Faltenkanten eine gut reinigbare, glatte Oberfläche aufweisen. Die thermisch behandelten Faltenkanten sichern ausserdem mit ihrer verhältnismässig hohen Steifigkeit in gute Stabilität der Filtereinlage. Das Filtermaterial zieht sich bei der durch einen Heizbacken erfolgten thermischen Behandlung an den linienförmigen Faltenkanten bleibend zusammen und wird dort um den für die länglichen Ausbuchtungen notwendigen, zusätzlichen Materialbedarf schmaler als die Breite des unbehandelten

3

EP 0 429 805 B1

4

Filtermaterials. Die so verkürzten Faltkanten halten die länglichen Ausbuchtungen auch bei der stärksten betriebsmässigen Strömung und Verschmutzung des zu filtrierenden Mediums in Form und lassen sie in der Filtereinlage nicht strecken. Die durch dieses Verfahren hergestellten Filtereinlagen sind im weiteren auch noch wirtschaftlich vorteilhaft, denn weder für die Erreichung einer ausreichenden Steifigkeit der Filtereinlage, noch zur Abstandhaltung zwischen den Faltenwänden in den Filterfalten zusätzliche Massnahmen erforderlich sind, wobei die Filtereigenschaften der Filtereinlage trotzdem durch die vollwirksamen Faltenwände bestmöglichst gesichert bleiben.

Das geraffte Filtermaterial kann vor dem Zuführen zu den Backen der Formungseinrichtung auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur liegende Temperatur erwärmt und anschliessend zwischen die Backen der Formungseinrichtung geführt werden. In einem Durchlaufverfahren kann durch diese Massnahme die Durchlaufgeschwindigkeit des Filtermaterials erhöht werden.

Das geraffte Filtermaterial wird vorteilhafterweise zuerst zwischen auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur liegende Temperatur aufgeheizten ersten Backen und anschliessend zwischen unter die Verformungstemperatur gekühlten zweiten Backen der Formungseinrichtung geführt und dann das so mit Längsrillen versehene Filtermaterial in regelmässigen Abständen in den für die Bildung von Filterkanten vorgesehenen, linienförmigen Bereichen unter mindestens einem Heizbacken auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt, bis sich die durch die Längsrillen entstandenen Unebenheiten ausgleichen. Mit Hilfe dieser Verfahrensschritte ist es möglich, das Filtermaterial im Durchlaufverfahren für die Verwendung in einem Filter mit plissierter Filtereinlage in wirtschaftlich vorteilhafter Weise vorzubereiten.

In einem einzigen Hauptverfahrensschritt können mindestens zwei aufeinanderfolgende, die länglichen Ausbuchtungen aufzunehmen bestimmte Faltenwandbereiche des Filtermaterials zwischen den auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmten Backen einer Presse spannungsfrei geformt werden und jeder zwischen den einzelnen in der Presse gehaltenen Faltenwandbereichen des Filtermaterials frei liegende, für die Bildung von Faltkanten bestimmte Zwischenbereich des Filtermaterials auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt werden, bis sich die Unebenheiten des Filtermaterials im Zwischenbereich ausgleichen. In der beschriebenen

Presse werden in in m Arbeitsgang sowohl mehrere Faltenwandbereiche als auch die dazwischen liegenden für die Faltkanten vorgesehenen Bereiche bleibend geformt.

Die Längsrichtung der zwischen den Backen der Presse liegenden, länglichen Ausbuchtungen zur Längsrichtung der Faltenwände kann unter einem Winkel von 45° bis 90° gestellt werden. Durch diese Massnahme erreicht man, dass die länglichen Ausbuchtungen in den Filterfalten die Faltenwände bei 90° mindestens einfach und bei anderen Winkelwerten durch Kreuzen doppelt beabstanden. Die sich kreuzenden länglichen Ausbuchtungen halten den Abstand zwischen den Faltenwänden, vermindern aber die wirksame Filterfläche nur durch die punktförmigen Berührungspunkte zwischen ihnen.

Im Hauptverfahrensschritt können die aufeinanderfolgenden Faltenwandbereiche in der Presse unter einem spitzen Winkel zueinander gehalten werden und in jeden zwischen den einzelnen in der Presse gehaltenen Faltenwandbereichen frei liegenden Zwischenbereich des Filtermaterials unter Erwärmen auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur eine Faltkante eingeformt werden. Diese Massnahme ermöglicht es, die plissierte Filtereinlage in einem einzigen Verfahrensschritt mit Ausbuchtungen in den Faltenwänden und mit angeformten Faltkanten zwischen den gefalteten Faltenwänden herzustellen.

Die für die Bildung von Faltenkanten vorgesehenen, linienförmigen Bereiche des Filtermaterials werden vorteilhafterweise durch mindestens einen Heizbacken auf eine zwischen der Schrumpftemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt, bis die durch die länglichen Ausbuchtungen und/oder durch die Raffung des Filtermaterials entstandenen Unebenheiten ausgeglichen sind. Durch die Durchführung dieser Massnahme erreicht man an den Faltenkanten der Filtereinlage einen besonders stabilen linienförmigen Bereich, wodurch die Filtereinlage ihre Stabilität auch unter besonderen Bedingungen behalten kann.

Eine zur Durchführung des Verfahrens vorgesehene Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass für die Raffung des Filtermaterials mehrere, quer zur Längsrichtung des Filtermaterials verteilt angeordnete, kammartig ineinandergreifende, abgerundete Vorsprünge vorgesehen sind, dass die Formungseinrichtung aus mindestens einer für das Filtermaterial bestimmte Heizeinrichtung und aus mindestens zwei die für die länglichen Ausbuchtungen erforderliche, spannungsfreie, bleibende Formung des Filtermaterials durchführenden Backen besteht und dass zur Herstellung der für die Bildung von Filterkanten vorgesehenen, linienförmigen, von Unebenheiten freien Bereiche des Filter-

5

EP 0 429 805 B1

6

materials mindestens ein nur für diese Bereiche wirksamer Heizbacken vorgesehen ist. Dies Vorrichtung ist einfach und wirtschaftlich vorteilhaft.

Für die Formungseinrichtung können zwei in Längsrichtung des Filtermaterials thermisch voneinander isolierte Backen vorgesehen sein, wobei das Filtermaterial in Laufrichtung zuerst zwischen den eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur liegende Temperatur aufweisenden Backen und anschliessend zwischen den eine unter der Verformungstemperatur liegende Temperatur aufweisenden Backen geführt wird. Zur Herstellung einer Filtereinlage mit schräg zur Längsrichtung des bandförmigen Filtermaterials verlaufenden länglichen Ausbuchtungen kann dabei eine Formungseinrichtung mit ineinandergreifende Schrägnuten und Schrägrippen aufweisenden, quer zur Längsrichtung des Filtermaterials unterteilten Backen vorgesehen sein, wobei die Backen quer zur Längsrichtung des bandförmigen Filtermaterials eine der seitlichen Verschiebegeschwindigkeit der schrägen Ausbuchtungen entsprechende Bewegung ausführen.

Vorteilhafterweise ist mindestens ein Transportgreifer vorgesehen, der einen mindestens dem einfachen Abstand zwischen zwei Falkanten der Filtereinlage entsprechenden, stufenweisen Vorschub des bandförmigen Filtermaterials durchführt. Bei diesem stufenweisen Vorschub kann der für die Bildung von Filterkanten vorgesehenen Heizbacken einfach durch Senken und anschliessendes Heben eingesetzt werden.

Die Vorrichtung kann mindestens drei in Längsrichtung der in den Faltenwänden vorgesehenen länglichen Ausbuchtungen schliessbare, mit ihren Spitzen abwechselungsweise in die Gegenrichtung ausgerichtete, im Querschnitt trapezförmige Backen und mindestens einen mit der Spitze jedes zwischen den beiden äusseren Backen liegenden, trapezförmigen Backens zusammenwirkenden, das Filtermaterial auf eine zwischen der Schrumpftemperatur und der Schmelztemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmenden Heizbacken aufweisen. Die schrägen Seiten der im Querschnitt trapezförmigen Backen können dabei miteinander einen Winkel zwischen  $5^\circ$  und  $70^\circ$  einschliessen.

Im folgenden werden anhand der beiliegenden Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig.1 eine mit einer Filtereinlage versehene Filtereinrichtung,
- Fig.2 einen Ausschnitt aus der plissierten Filtereinlage in perspektivischer Darstellung,
- Fig.3 eine schematisch dargestellte Vorrichtung zur Herstellung der plissierten Filtereinlage von der Seite her gesehen

und

- Fig.4 von oben her gesehen,
- Fig.5 eine schematisch dargestellte weitere Ausführungsvariante der Vorrichtung zur Herstellung der plissierten Filtereinlage von der Seite her gesehen,
- Fig.6 von oben her gesehen,
- Fig.7 die Draufsicht auf die untere Hälfte der Backen der in den Figuren 5 und 6 gezeigten Formungseinrichtung und
- Fig.8 einen Querschnitt über die oberen Backen dieser Formungseinrichtung.

Die in Fig.1 teilweise im Schnitt gezeigte Filtereinrichtung besteht aus einem mit Löchern versehenen Rohr 1, aus zwei am Rohr 1 befestigten Flanschen 2, 3 und aus einer zwischen den beiden Flanschen 2, 3 eingesetzten, plissierten Filtereinlage 4. Der Flansch 2 ist mit einer für einen Dichtungsring vorgesehenen Nut 5 versehen. Die Filtereinrichtung ist in Fig.1 aus Gründen der besseren Uebersichtlichkeit ohne Gehäuse und Anschlusseinrichtungen dargestellt. Das zu filtrierende, gasförmige oder flüssige Medium wird durch das nicht dargestellte Gehäuse von aussen, radial der Zuströmseite der Filtereinlage zugeführt. Das mit Löchern versehene Rohr 1 liegt an der Abströmseite der Filtereinlage 4. Das gefilterte Medium wird axial durch ein nicht dargestellte Anschlussstück aus dem Rohr 1 weggeführt.

Die plissierte Filtereinlage 4 besteht aus einem thermoplastischen Filtermaterial. Solche Filtermaterialien sind auf dem Markt erhältlich und werden aus einem bekannten thermoplastischen Material, wie Polyäthylen, Polypropylen, Polyester, Polyamid, Polytetrafluoräthylen usw. hergestellt. Fig.2 zeigt einen vergrösserten Ausschnitt aus der in Fig.1 dargestellten, plissierten Filtereinlage 4. Insbesondere in dieser Figur ist deutlich erkennbar, dass in den durch die Pfeile 6 angedeuteten Abströmseite hin offenen Filterfalten die Faltenwände 7 bis 14 durch längliche Ausbuchtungen 15 beabstandet sind, wenn man die Filterfalten zusammendrückt. Die Ausbuchtungen 15 sind aus dem Filtermaterial selber geformt und stehen in den abströmseitigen Filterfalten vor. Die Längsrichtung der Ausbuchtungen 15 steht zur Längsrichtung der Faltenwände 7 bis 14 unter einem Winkel von etwa  $70^\circ$ . Durch die Schrägstellung der Ausbuchtungen 15 in Bezug auf die Längsrichtung der Faltenwände 7 bis 14 erreicht man, dass sich die Ausbuchtungen 15 in den abströmseitigen Filterfalten kreuzen und in der Ebene nur punktförmig berühren, wodurch das Filtermaterial in allen Faltenwänden 7 bis 14 praktisch ohne Flächenverlust für die Filtrierung wirksam ist. Die zuströmseitigen Filterfalten werden in der in Fig.1 gezeichneten Filtereinrichtung durch die runde Anordnung offen gehalten. Wenn die Filterfalten in einer Ebene hintereinander angeordnet

7

EP 0 429 805 B1

8

net wären, könnten beidseitig aus dem Filtermaterial vorstehende Ausbuchtungen vorgesehene sehen werden. In Fig.2 ist die Zuströmseite der Filtereinlage 4 durch die Pfeile 16 angedeutet.

Das für die Filtereinlage 4 vorgesehene Filtermaterial wird mit Hilfe eines Verfahrens vorbereitet. Um bei der Durchführung dieses Verfahrens, bei der späteren Formung der länglichen Ausbuchtungen, das Filtermaterial nicht zu verspannen oder zu verziehen und so die Veränderung der Filtermaterialstruktur zu verhindern, wird das bandförmige, in Längsrichtung transportierte Filtermaterial in einem ersten Verfahrensschritt quer zur Längsrichtung um den für die länglichen Ausbuchtungen notwendigen, zusätzlichen Materialbedarf durch auf die ganze Breite gleichmässig verteiltes Raffes geschmälert. Die länglichen Ausbuchtungen werden dann durch eine spannungsfreie, bleibende Formung des Filtermaterials zwischen den Backen einer Formungseinrichtung erstellt. Das zu formende Filtermaterial wird dabei auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmt. Nach der Durchführung der Formung wird das Filtermaterial unter die Verformungstemperatur abgekühlt. Die für die Bildung von Falten vorgesehenen, linienförmigen Bereiche des Filtermaterials werden durch mindestens einen Heizbacken auf eine zwischen der Schrumpftemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt, bis die durch die länglichen Ausbuchtungen und/oder durch die Raffung des Filtermaterials entstandenen Unebenheiten durch Materialverformung ausgeglichen sind. Diese glatt gewordenen Bereiche werden anschliessend auf eine unter der Verformungstemperatur liegende Temperatur abgekühlt. Die aus dem Filtermaterial so geformte Filtereinlage 4 hat an den Faltenwänden 7 bis 14 trotz Ausbuchtungen 15 die ursprünglichen Filtereigenschaften und gut reinigbare, glatte Faltenkanten. Die thermisch behandelten, verhältnismässig steifen Faltenkanten ergeben ausserdem eine gute Stabilität für die Filtereinlage 4. Das Filtermaterial zieht sich bei der durch einen Heizbacken erfolgten thermischen Behandlung an den linienförmigen Faltenkanten bleibend zusammen und wird dort um den für die länglichen Ausbuchtungen notwendigen, zusätzlichen Materialbedarf schmaler als die Breite des unbehandelten Filtermaterials. Die so verkürzten Faltenkanten halten die länglichen Ausbuchtungen auch bei der stärksten betriebsmässigen Strömung und Verschmutzung des zu filtrierenden Mediums in Form und lassen sie in der Filtereinlage nicht strecken.

Das geraffte Filtermaterial wird bei einer Weiterbildung des Verfahrens vor dem Zuführen zu den Backen der Formungseinrichtung auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verfor-

5 mungstemperatur liegende Temperatur erwärmt und anschliessend zwischen die Backen der Formungseinrichtung geführt. Das vorgewärmte Filtermaterial ist geschmeidiger als das kalte und lässt sich besser zwischen die Backen der Formungseinrichtung einführen.

Bei einer weiteren Variante des Verfahrens wird das geraffte Filtermaterial zuerst zwischen zwei geheizten und anschliessend zwischen zwei gekühlten Backen der Formungseinrichtung geführt. Die geheizten Backen liegen unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur, je nach verwendetem Filtermaterial im allgemeinen zwischen 60°C und 140°C. Die gekühlten Backen weisen eine unter der Verformungstemperatur liegende Temperatur auf. Das nach dem Durchlaufen dieser Backen mit Längsrillen versehene Filtermaterial wird in regelmässigen Abständen, in den für Filterkanten vorgesehenen Bereichen durch Heizbacken auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt, bis sich die durch die Längsrillen entstandenen Unebenheiten ausgeglichen sind.

Die Filtereinlage 4 kann nach einer Weiterbildung des Verfahrens nach der Raffung des Filtermaterials in einem einzigen Hauptverfahrensschritt hergestellt werden. Dabei werden zwei aufeinanderfolgende, die länglichen Ausbuchtungen 15 aufzunehmen bestimmte Faltenwandbereiche 17, 18 des Filtermaterials zwischen den Backen einer Presse einzeln und entspannt gehalten. Es ist wichtig, dass das Filtermaterial zwischen den Backen der Presse nicht verzogen oder verspannt wird, um die Filtereigenschaften des Filtermaterials nicht zu verändern. Zwischen den in der Presse gehaltenen Faltenwandbereichen 17, 18 liegt nun ein mit Unebenheiten versehener Zwischenbereich 19. Um die Unebenheiten im Zwischenbereich 19 auszugleichen, wird der Zwischenbereich 19 auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmt. Unter dieser Wärmeeinwirkung verformt sich der Zwischenbereich 19 bleibend, wonach eine glatte Oberfläche ohne Unebenheiten hinterbleibt. Im gleichen Verfahrensschritt wird auch noch die zwischen den Faltenwandbereichen 17, 18 liegende, spitzwinkelige Faltenkante angeformt, weil die Backen der Presse die aufeinanderfolgenden Faltenwandbereiche 17, 18 während der Erwärmung des Zwischenbereiches 19 unter einen Winkel von etwa 45° halten. In gleichartigen, weiteren Schritten werden alle Ausbuchtungen 15, Zwischenbereiche 19 und Faltenkanten der gesamten Filtereinlage 4 in die gewünschte Form gebracht. Um die Form der Ausbuchtungen 15 zu stabilisieren, werden die Backen der Presse und somit die Faltenwandbereiche 17, 18 während dem Pressen auf eine unter der Schrumpftemperatur und über



9

EP 0 429 805 B1

10

der Verformungstemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmt. Bei dieser Temperatur werden die Filtereigenschaften des Filtermaterials nicht beeinträchtigt, das Filtermaterial erfährt aber eine bleibende Verformung. Die Verformungstemperatur, die Schrumpftemperatur und die Schmelztemperatur des Filtermaterials können aus den Angaben des Herstellers oder aus eigenen Versuchen entnommen werden.

Für die Durchführung des beschriebenen Verfahrens ist eine in den Figuren 3 und 4 von der Seite bzw. von oben schematisch dargestellte Vorrichtung vorgesehen. Für die Vorverformung des in Form einer Materialbahn der Vorrichtung zugeführten Filtermaterials 20 ist ein mit Nuten versehener Tisch 21 gewählt worden. Zu den Nuten sind geheizte Rollen 22 zugeordnet, die das Filtermaterial 20 in die Nuten hineindrücken. Der Hauptverfahrensschritt erfolgt in einer nachfolgenden Presse. Die Presse weist vier heizbare Backen 23, 24, 25, 26 mit trapezförmigem Querschnitt auf, zwischen denen das Filtermaterial 20 unter Formung der länglichen Ausbuchtungen 15 eingeklemmt und gehalten wird. Die Backen 23, 24, 25, 26 sind in den seitlichen Führungs- und Antriebsteilen 27, 28 in Halterungen eingesetzt, die ihrerseits durch einen nicht näher dargestellten Kettenantrieb in Längsrichtung 29 verschiebbar sind. Es sind zwei Heizbacken 30, 31 vorhanden, die das Filtermaterial in den in Fig.2 dargestellten Zwischenbereichen 19 zwischen zwei in der Presse gehaltenen Faltenwandbereichen 17, 18 auf eine zwischen der Schrumpftemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmen. Die Heizbacken 30, 31 wirken mit den Spitzen der zwischen den beiden äusseren Backen 23, 26 liegenden, im Querschnitt trapezförmigen Backen 24, 25 zusammen. Die fertig verformte, plissierte Filtereinlage wird nach der Presse in einem Magazin 32 aufgefangen.

Die in den Figuren 3 und 4 dargestellte Vorrichtung funktioniert wie nachstehend beschrieben. Das Filtermaterial 20 wird zum mit Nuten versehenen Tisch 21 geführt, wo die geheizten Rollen 22 in das Filtermaterial Längsrillen 33 einformen. Die Temperatur der Rollen 22 liegt unterhalb der Schrumpftemperatur des gewählten Filtermaterials. Das so geraffte Filtermaterial wird zwischen den mit für die Formung der länglichen Ausbuchtungen 15 bestimmten und zusammenwirkenden Erhöhungen und Vertiefungen versehenen Backen 23, 24, 25, 26 der Presse eingeklemmt. Die Backen 23, 24, 25, 26 sind auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur gebracht. Um zu verhindern, dass das Filtermaterial bei der Schliessung der Backen 23, 24, 25, 26 verzogen wird, schliessen die Backen 23, 24, 25, 26 nacheinander

und zwar in Längsrichtung der in den Faltenwänden 7 bis 14 vorhandenen, länglichen Ausbuchtungen 15. Sobald das Filtermaterial zwischen den Backen 23, 24, 25, 26 eingeklemmt ist, schliessen die Heizbacken 30, 31 und erwärmen die in Fig.2 gezeigten Zwischenbereiche 19 auf eine über der Schrumpftemperatur und unter der Schmelztemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur. Die Heizbacken 30, 31 können punktförmig auf vorstehende Filtermaterialteile oder linienförmig auf die ganze Länge der Zwischenbereiche 19 wirken. Für die Heizung der Heizbacken 30, 31 wird eine bekannte, auf dem Markt erhältliche Heizeinrichtung, wie Ultraschall- oder Infrarotheizung verwendet. Bei der oben erwähnten Temperatur zieht sich das Filtermaterial unter den Heizbacken 30, 31 zusammen. Nach Entfernung der Heizbacken 30, 31 ist das Filtermaterial in den die Faltkanten bildenden Zwischenbereichen 19 glatt und verhältnismässig steif. Die glatten Faltkanten sind leicht zu reinigen. Die Steifigkeit der Faltkanten verleiht der Filtereinlage 4 eine gute Stabilität.

Nach Beendigung des gerade beschriebenen Schrittes wird der vorderste Backen 23 durch eine Greif- und Hebevorrichtung 34 aus den Halterungen der Antriebsteile 27, 28 gehoben und die weiteren Backen 24, 25, 26 nach vorne, in der Figur 3 nach rechts geschoben. Die Greif- und Hebevorrichtung 34 und der daran hängende Backen 23 werden jetzt rückwärts, in Fig.3 nach links verschoben. Der Backen 23 wird jetzt in die erste Lücke an Stelle des jetzt weitergeschobenen Backens 26 in die Halterungen der Antriebsteile 27, 28 eingesetzt. Die Greif- und Hebevorrichtung 34 kehrt nachher in die Ruhestellung zurück.

An der vordersten Stelle liegt jetzt der Backen 24. Eine zweite Greif- und Hebevorrichtung 35 zieht jetzt den Backen 24 aus der Reihe der anderen Backen 25, 26, 23 heraus. Nachdem der jetzt vorderste Backen 24 herausgezogen ist, werden die übrigen drei Backen 25, 26, 23 nach vorne geschoben. Die Greif- und Hebevorrichtung 35 wird anschliessend mit dem daran hängenden Backen 24 zurückgeschoben und der Backen 24 an der letzten Stelle, hinter dem Backen 23 in die Halterungen der Antriebsteile 27, 28 eingesetzt. Jetzt kehrt auch die zweite Greif- und Hebevorrichtung 35 in die Ruhestellung zurück. Nach diesen Backenbewegungen liegt unter den Heizbacken 30, 31 wieder frisches, Unebenheiten aufweisendes Filtermaterial, weil das Filtermaterial durch die Verschiebung der Backen 25, 26, 23, 24 von der Materialrolle nachgezogen wurde. Die Faltenwandbereiche 17, 18 mit den länglichen Ausbuchtungen 15 sind zwischen den Backen 25, 26, 23, 24 der Presse eingeklemmt. Jetzt schliessen wieder die Heizbacken 30, 31 und bringen das darunterliegende Filtermaterial auf eine zwischen der Schrumpftemperatur

11

EP 0 429 805 B1

12

und der Schmelztemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur. In folgenden, sich wiederholenden Schritten werden flach der jeweiligen Entfernung der Heizbacken 30, 31 die ersten Backen 23, 24, 25, 26 ausserhalb der Reihe der Backen 23, 24, 25, 26 immer wieder von der ersten auf die letzte Stelle gebracht und die übrigen Backen 23, 24, 25, 26 in der Reihe der Backen 23, 24, 25, 26 nach vorne geschoben. Die fertige Filtereinlage 4 wird in das Magazin 32 hineingedrückt.

In den Figuren 5 bis 8 ist eine weitere Ausführungsvariante einer für die Durchführung des beschriebenen Verfahrens vorgesehenen Vorrichtung ersichtlich. Fig.5 zeigt die Vorrichtung von der Seite und Fig.6 von oben schematisch. Eine schematische Darstellung drängt sich wegen der besseren Uebersichtlichkeit der funktionswesentlichen Elemente auf. Sämtliche Führungs- und Betätigungselemente sind in den Figuren 4 bis 8 weggelassen worden. Alle auf dem Markt erhältlichen, geeigneten Führungs- und Betätigungsorgane sind dafür verwendbar.

Das Filtermaterial 36 liegt nach Fig 5 aufgerollt vor. Auf einem Tisch 37 sind mehrere von der Mitte aus beidseitig gestaffelt angeordnete, kammartig von oben und von unten ineinandergreifende, abgerundete Vorsprünge 38 vorhanden, die oben aus Rollen und unten aus in der Tischoberfläche eingearbeiteten Nuten gebildet sind. Das Filtermaterial 36 ist zwischen diesen Vorsprüngen 38 geführt und so geschmälert und gerafft. Nach dem Tisch 37 liegt unter dem Filtermaterial 36 eine auf das Filtermaterial 36 gerichtete Heizeinrichtung 39. Danach folgt die Formungseinrichtung mit den beiden Backen 40, 41. Die Backen 40 sind mit einem in Fig.8 schematisch gezeigten Heizstab 42 auf eine Temperatur, die unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur liegt, geheizt. Die Backen 41 sind mit durch die Pfeile 43 angedeuteter Luftströmung unter der Verformungstemperatur gekühlt. Fig.8 zeigt die obere Hälfte der Backen 40, 41 im Querschnitt. Fig.7 ist die Draufsicht auf die unteren Hälften der Backen 40, 41 bei entfernten oberen Backen dargestellt. Die Backen 40, 41 sind quer zur Längsrichtung des bandförmigen Filtermaterials 36 unterteilt und mit Schrägnuten 44 und Schrägrippen 45 versehen, wobei die Schrägrippen 45 in die Schrägnuten des Gegenstückes in der oberen Hälfte der Backen 40, 41 und umgekehrt eindringen. Die einzelnen Teile der Backen 40, 41 sind so geführt, dass sie quer zur Längsrichtung des Filtermaterials 36 mit den schrägen Rillen des Filtermaterials 36 mitlaufen und nach verlassen der Seitenkant des Filtermaterials 36 aus der Reihe gehoben, bzw. gesenkt und zum Anfang der bewegten Teile der Backen 40, 41 zurückgeführt werden.

Es sind zwei pneumatisch, zangenartig wirkende Transportgreifer 46, 47 vorgesehen, die das Filtermaterial 36 um den zweifachen Abstand zwischen zwei Faltenkanten 48 der Filtereinlage 4 schubweise transportieren. Nach den Transportgreifern 46, 47 sind vier heb- und senkbare Heizbacken 49 vorhanden. Die geschlossenen, das Filtermaterial 36 berührenden Heizbacken 49 erwärmen das Filtermaterial 36 auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur. Das Filtermaterial wird in einem späteren, nicht näher beschriebenen Verfahrensschritt gefaltet. Zur Vorbereitung der Faltung können die Heizbacken 49 in die für die Falten bestimmten Bereiche des Filtermaterials zusätzlich abwechselungsweise einander entgegengerichtete Knickkanten einprägen. Diese Knickkanten bestehen aus abwechselungsweise entgegengesetzt gerichteten, quer zur Längsrichtung des Filtermaterials verlaufenden Rillen.

Die in den Figuren 5 bis 8 dargestellte Vorrichtung funktioniert wie nachstehend beschrieben. Der Anfang des Filtermaterials 36 wird zuerst in die Vorrichtung eingelegt. Danach werden die Heizeinrichtung 39, die Heizstäbe 42 in den Backen 40, die Luftkühlung für die Backen 41 und die nicht näher beschriebene und dargestellte Steuerung der gesamten Vorrichtung eingeschaltet. Sobald die eingestellten, gewünschten Temperaturen überall in der Vorrichtung erreicht sind, schaltet die Steuerung die Transportgreifer 46, 47 ein. Die mit einem weichen Material gepolsterten Kanten der Transportgreifer 46, 47 erfassen das Filtermaterial 36 und ziehen dieses um den zweifachen Abstand zwischen zwei benachbarten Faltenkanten 48 der Filtereinlage 4 nach. Nach Erreichen dieser Stellung des Filtermaterials 36 schliessen sich die vier Heizbacken 49 und erwärmen das Filtermaterial 36 in zwei aufeinanderfolgenden, für die Bildung von Faltenkanten 48 bestimmten Bereichen auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur, bis die durch die länglichen Ausbuchtungen und/oder durch die Raffung des Filtermaterials entstandenen Unebenheiten ausgeglichen sind. Während dieser Zeit fahren die Transportgreifer 46, 47 auseinander und kehren in die Ausgangsstellung zurück. Nach erfolgtem Ausgleichen der Unebenheiten werden die Heizbacken 49 vom Filtermaterial 36 entfernt, worauf sich das Filtermaterial 36 unter der Verformungstemperatur abkühlt. Im Bedarfsfall kann die Abkühlung unter einer erzwungenen Luftströmung erfolgen. Jetzt fassen die Transportgreifer 46, 47 das Filtermaterial 36 erneut an und der soeben beschriebene Ablauf der Schritte beginnt von vorne. Während dem das Filtermaterial 36 transportiert wird, fahren die Backen 40, 41 der Formungseinrichtung mit inner der seitlichen Verschiebege-

13

EP 0 429 805 B1

14

schwindigkeit der Schrägnuten 44 und Schrägrippen 45 des Filtermaterials 36 entsprechenden Geschwindigkeit quer zur Längsrichtung des Filtermaterials 36 in den in Fig.6 angegebenen Pfeilrichtung 50. Sobald ein getrennter Teil der Backen 40, 41 über der Rand des Filtermaterials hinausgefahren ist, wird er aus der Reihe gehoben und in einer nicht dargestellten Rückführeinrichtung zum Anfang der Reihe der Backen 40, 41 zurückgeführt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer plissierten Filtereinlage (4) aus einem aus thermoplastischem Kunststoff bestehenden, für zwischen der Zuströmseite (16) und der Abströmseite (6) eines Filters vorgesehenen Filtermaterial, mit mehreren mindestens in den zur Abströmseite des Filters hin offenen Filterfalten die Faltenwände (7-14) voneinander beabstandenden, aus dem Filtermaterial selber geformten, länglichen Ausbuchtungen (15), **dadurch gekennzeichnet, dass** das bandförmige, für die Herstellung mindestens einer Filtereinlage bestimmte, in Längsrichtung transportierte Filtermaterial in einem ersten Verfahrensschritt quer zur Längsrichtung um den für die länglichen Ausbuchtungen (15) notwendigen, zusätzlichen Materialbedarf durch auf die ganze Breite gleichmässig verteiltes Raffes geschmälert wird, **dass** die länglichen Ausbuchtungen (15) durch eine spannungsfreie, bleibende Formung des gerafften, auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmten Filtermaterials zwischen den Backen einer Formungseinrichtung und durch eine anschließende unter die Verformungstemperatur sinkende Abkühlung des Filtermaterials hergestellt werden und **dass** die für die Bildung von Faltenkanten vorgesehenen, linienförmigen Bereiche (19) des Filtermaterials durch mindestens einen Heizbacken auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt werden, bis die durch die länglichen Ausbuchtungen und/oder durch die Raffung des Filtermaterials entstandenen Unebenheiten ausgeglichen sind und danach auf eine unter der Verformungstemperatur liegende Temperatur abgekühlt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das geraffte Filtermaterial vor dem Zuführen zu den Backen der Formungseinrichtung auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur liegende Temperatur erwärmt und anschließend

zwischen die Backen der Formungseinrichtung geführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das geraffte Filtermaterial zuerst zwischen auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur liegende Temperatur aufgeheizten ersten Backen (40) und anschließend zwischen unter die Verformungstemperatur gekühlten zweiten Backen (41) der Formungseinrichtung geführt wird und dann das so mit Längsrillen versehene Filtermaterial in regelmässigen Abständen in den für die Bildung von Filterkanten vorgesehenen, linienförmigen Bereichen unter mindestens einem Heizbacken (49) auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt wird, bis sich die durch die Längsrillen entstandenen Unebenheiten ausgleichen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem einzigen Hauptverfahrensschritt mindestens zwei aufeinanderfolgende, die länglichen Ausbuchtungen (15) aufzunehmen bestimmte Faltenwandbereiche (17, 18) des Filtermaterials zwischen den auf eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmten Backen (23, 24, 25, 26) einer Presse spannungsfrei geformt werden und jeder zwischen den einzelnen in der Presse gehaltenen Faltenwandbereichen (17, 18) des Filtermaterials frei liegende, für die Bildung von Faltenkanten bestimmte Zwischenbereich (19) des Filtermaterials auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt wird, bis sich die Unebenheiten des Filtermaterials im Zwischenbereich (19) ausgleichen.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsrichtung der zwischen den Backen (23, 24, 25, 26) der Presse liegenden, länglichen Ausbuchtungen (15) zur Längsrichtung der Faltenwände (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) unter einem Winkel von 45° bis 90° gestellt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Hauptverfahrensschritt die aufeinanderfolgenden Faltenwandbereiche (17, 18) in der Presse unter einem spitzen Winkel zueinander gehalten werden und in jedem zwischen den einzelnen in der Presse gehaltenen Faltenwandbereichen (17, 18) frei liegenden Zwischenbereich (19)

15

EP 0 429 805 B1

16

des Filtermaterials unter Erwärmen auf eine zwischen der Verformungstemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur eine Faltkante eingeformt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3, 4 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die für die Bildung von Faltkanten vorgesehenen, linienförmigen Bereiche des Filtermaterials durch mindestens einen Heizbacken auf eine zwischen der Schrumpftemperatur und der Schmelztemperatur liegende Temperatur erwärmt werden, bis die durch die länglichen Ausbuchtungen (15) und/oder durch die Raffung des Filtermaterials entstandenen Unebenheiten ausgeglichen sind.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Raffung des Filtermaterials (20; 36) mehrere, quer zur Längsrichtung des Filtermaterials verteilt angeordnete, kammartig ineinandergreifende, abgerundete Vorsprünge (22; 38) vorgesehen sind, **dass** die Formungseinrichtung aus mindestens einer für das Filtermaterial bestimmte Heizeinrichtung und aus mindestens einem die für die länglichen Ausbuchtungen erforderliche, spannungsfreie, bleibende Formung des Filtermaterials durchführenden Backen (23-26; 40, 41) besteht und **dass** zur Herstellung der für die Bildung von Faltkanten vorgesehenen, linienförmigen, von Unebenheiten freien Bereiche des Filtermaterials mindestens ein nur für diese Bereiche wirksamer Heizbacken (30, 31; 49) vorgesehen ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Formungseinrichtung zwei in Längsrichtung des Filtermaterials (26) thermisch voneinander isolierte Backen (40, 41) vorgesehen sind, wobei das Filtermaterial in Laufrichtung zuerst zwischen den eine unter der Schrumpftemperatur und über der Verformungstemperatur liegende Temperatur aufweisenden Backen (40) und anschliessend zwischen den eine unter der Verformungstemperatur liegende Temperatur aufweisenden Backen (41) geführt ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Herstellung einer Filtereinlage mit schräg zur Längsrichtung des bandförmigen Filtermaterials verlaufenden länglichen Ausbuchtungen eine Formungseinrichtung mit ineinandergreifende Schrägnuten (44) und Schrägrippen (45) aufweisenden, quer zur Längsrichtung des Filtermaterials unterteilt-

ten Backen (40, 41) vorgesehen ist, wobei die Backen (40, 41) quer zur Längsrichtung des bandförmigen Filtermaterials ein der seitlichen Verschiebegeschwindigkeit der schrägen Ausbuchtungen entsprechende Bewegung ausführen.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Transportgreifer (46, 47) vorgesehen ist, der einen mindestens dem einfachen Abstand zwischen zwei Faltkanten (48) der Filtereinlage entsprechenden, stufenweisen Vorschub des bandförmigen Filtermaterials (36) durchführt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens drei in Längsrichtung der in den Faltenwänden (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) vorgesehenen länglichen Ausbuchtungen (15) schliessbare, mit ihren Spitzen abwechselungsweise in die Gegenrichtung ausgerichtete, im Querschnitt trapezförmige Backen (23, 24, 25, 26) und mindestens einen mit der Spitze jedes zwischen den beiden äusseren Backen (23, 26) liegenden, trapezförmigen Backens (24, 25) zusammenwirkenden, das Filtermaterial (20) auf eine zwischen der Schrumpftemperatur und der Schmelztemperatur des Filtermaterials liegende Temperatur erwärmenden Heizbacken (30, 31) aufweist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die schrägen Seiten der im Querschnitt trapezförmigen Backen (23, 24, 25, 26) miteinander einen Winkel zwischen 5° und 70° einschliessen.

#### Claims

1. A method of making a pleated filter insert (4) from a filter material made of thermoplastic synthetic material and provided to go between the inflow side (16) and the outflow side (6) of a filter, with a plurality of elongated protrusions (15) formed from the actual filter material, which space the walls (7 - 14) of the pleats apart at least in the filter pleats which are open towards the outflow side of the filter, characterised in that in a first step in the process the filter material in strip form, which is designed to make at least one filter insert and which is conveyed lengthwise, is made narrower transversely to the longitudinal direction, by the amount of material additionally required for the elongated protrusions (15), by gathering effected evenly over the whole width, that the elon-

17

EP 0 429 805 B1

18

- gated protrusions (15) are formed by tension-free, permanent shaping of the gathered filter material, heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material, between the jaws of a shaping means, and by ensuing cooling of the filter material dropping below the deformation temperature, and that the linear portions (19) of the filter material, provided to form the edges of pleats, are heated by at least one heating jaw to a temperature between the deformation temperature and the melting point, until the irregularities created by the elongated protrusions and/or the gathering of the filter material are evened out, and are then cooled to a temperature below the deformation temperature.
2. A method according to claim 1, characterised in that the gathered filter material is heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature before being fed to the jaws of the shaping means, and is then guided between the jaws of the shaping means.
  3. A method according to claim 1, characterised in that the gathered filter material is guided first between first jaws (40) of the shaping means, heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, and next between second jaws (41) cooled below deformation temperature, then the filter material thus provided with longitudinal corrugations is heated at regular intervals, in the linear portions provided to form edges of the filter, under at least one heating jaw (49) to a temperature between the deformation temperature and the melting point, until the irregularities created by the longitudinal corrugations are evened out.
  4. A method according to claim 1, characterised in that in a single main step in the process at least two successive pleat wall areas (17, 18) of the filter material designed to receive the elongated protrusions (15) are shaped free from tension between the jaws (23, 24, 25, 26) of a press which are heated to a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature of the filter material and each intermediate area (19) of filter material, lying free between the individual pleat wall areas (17, 18) of the filter material held in the press and designed to form the edges of pleats, is heated to a temperature between the deformation temperature and the melting point, until the irregularities in the filter material in the intermediate area (19) are evened out.
  5. A method according to claim 4, characterised in that the longitudinal direction of the elongated protrusions (15) located between the jaws (23, 24, 25, 26) of the press is set at an angle of 45 to 90° to the longitudinal direction of the walls (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) of the pleats.
  6. A method according to claim 4 or 5, characterised in that in the main step in the process the successive pleat wall areas (17, 18) are held at an acute angle to each other in the press, and an edge of a pleat is formed in each intermediate area (19) of filter material lying free between the individual pleat wall areas (17, 18) held in the press, by heating it to a temperature between the deformation temperature and the melting point.
  7. A method according to any of claims 1, 3, 4 or 6, characterised in that the linear portions of filter material provided to form the edges of pleats are heated by at least one heating jaw to a temperature between the shrinkage temperature and the melting point, until the irregularities created by the elongated protrusions (15) and/or the gathering of the filter material are evened out.
  8. Apparatus for carrying out the method of any of claims 1 to 7, characterised in that a plurality of rounded, projections (22; 38), spread out transversely to the longitudinal direction of the filter material and engaging in each other like a comb, are provided to gather the filter material (20; 36), that the shaping means comprises at least one heater appropriate for the filter material and at least one jaw (23-26; 40, 41) carrying out the tension-free, permanent shaping of the filter material required for the elongated protrusions, and that in order to make the linear portions of filter material free from irregularities, for the formation of filter edges, at least one heating jaw (30, 31; 40) is provided, effective for those portions only.
  9. Apparatus according to claim 8, characterised in that two jaws (40, 41), thermally insulated from each other longitudinally of the filter material (36), are provided for the shaping means, the filter material being guided in the advancing direction first between the jaws (40) at a temperature below the shrinkage temperature and above the deformation temperature, and then between the jaws (41) at a temperature below the deformation temperature.

19

EP 0 429 805 B1

20

10. Apparatus according to claim 9, characterised in that in order to make a filter insert with elongated protrusions extending obliquely to the longitudinal direction of the filter material in strip form, a shaping means is provided, with jaws (40, 41) which have interengaging oblique grooves (44) and oblique ribs (45) and which are subdivided transversely to the longitudinal direction of the filter material, the jaws (40, 41) carrying out a movement transversely to the longitudinal direction of the filter material in strip form, corresponding to the lateral displacement speed of the oblique protrusions.
11. Apparatus according to any of claims 8 to 10, characterised in that at least one transporting grab (46, 47) is provided, which effects a step-wise feed of the filter material (36) in strip form, corresponding to at least one times the distance between two pleat edges (48) of the filter insert.
12. Apparatus according to claim 8, characterised in that the apparatus has at least three jaws (23, 24, 25, 26) of trapezoidal cross-section which can be closed longitudinally of the elongated protrusions (15) provided in the walls (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) of the pleats and the tips of which point alternately in opposite directions, and at least one heating jaw (30, 31) which interacts with the tip of each trapezoidal jaw (24, 25) located between the two outer jaws (23, 26) and which heats the filter material (20) to a temperature between its shrinkage temperature and its melting point.
13. Apparatus according to claim 12, characterised in that the slanting sides of the jaws (23, 24, 25, 26) of trapezoidal section are at an angle of 5 to 70° to each other.

#### Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'une pièce de filtre plissée (4) en une matière de filtre consistant en une matière thermoplastique prévue pour être mise entre le côté alimentation (16) et le côté évacuation (6) d'un filtre, avec plusieurs indentations longitudinales (15) maintenant à distance les unes des autres les parois des plis (7 à 14), au moins dans les plis de filtre ouverts en direction du côté évacuation du filtre, indentations formées elles-mêmes à partir de la matière du filtre, procédé de fabrication caractérisé en ce que la matière de filtre en forme de bande, conçue pour la fabrication d'au moins une pièce de filtre, transportée dans le sens de la longueur, est rétrécie, au

cours d'une première étape du procédé, perpendiculairement au sens longitudinal, de la quantité de matière supplémentaire nécessaire pour les indentations longitudinales (15); par une contraction répartie régulièrement sur toute la largeur, en ce que les indentations longitudinales (15) sont fabriquées par une mise en forme à demeure, exempte de contraintes, de la matière de filtre contractée, chauffée à une température se situant entre la température de ridage et la température de déformation de la matière de filtre entre les mâchoires d'un dispositif de mise en forme, et grâce à un refroidissement concomitant abaissant la température en dessous de la température de déformation, et en ce que les zones (19) de la matière de filtre prévues pour la formation d'arêtes de pliage de forme linéaire, sont chauffées par au moins une mâchoire de chauffage à une température se situant entre la température de déformation et la température de fusion, jusqu'à ce que soient égalisées les aspérités causées par les indentations longitudinales et/ou par la contraction de la matière de filtre, puis sont refroidies à une température se trouvant en dessous de la température de déformation.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière de filtre contractée est chauffée, avant d'être amenée aux mâchoires du dispositif de mise en forme, à une température se trouvant en dessous de la température de ridage et au-dessus de la température de déformation, et est amenée ensuite entre les mâchoires du dispositif de mise en forme.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière de filtre contractée est amenée d'abord entre des premières mâchoires (40) chauffées à une température se trouvant en dessous de la température de ridage et au-dessus de la température de déformation, et ensuite entre des secondes mâchoires (41) du dispositif de mise en forme refroidies à une température située en dessous de la température de déformation, et en ce qu'ensuite la matière de filtre ainsi pourvue de nervures longitudinales à intervalles réguliers, est chauffée dans des zones prévues pour la formation d'arêtes de filtre, de forme linéaire, en dessous d'au moins une mâchoire de chauffage (49), à une température se trouvant entre la température de déformation et la température de fusion, jusqu'à ce que soient égalisées les aspérités causées par les nervures longitudinales.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans une étape principale unique

21

EP 0 429 805 B1

22

- du procédé, on forme, ex mptes de contraintes, au moins deux zones de parois de plis (17, 18) de la matière de filtre, consécutives, servant à recevoir les indentations longitudinales (15) entre les mâchoires (23, 24, 25, 26) d'une presse chauffées à une température se trouvant en dessous de la température de ridage et au-dessus de la température de déformation de la matière de filtre, et on chauffe chaque zone intermédiaire (19) de la matière de filtre se trouvant librement entre les différentes zones de parois de plis (17, 18) de la matière de filtre maintenues dans la presse et conçues pour la formation d'arêtes de pliage, à une température se trouvant entre la température de déformation et la température de fusion, jusqu'à ce que les aspérités de la matière de filtre dans la zone intermédiaire (19) se soient égalisées.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la direction longitudinale des indentations longitudinales (15) se trouvant entre les mâchoires (23, 24, 25, 26) de la presse, forme par rapport à la direction longitudinale des parois des plis (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) un angle de 45° à 90°.
  6. Procédé selon l'une des revendications 4 à 5, caractérisé en ce que dans l'étape principale du procédé les zones consécutives des parois des plis (17, 18) sont maintenues dans la presse sous un angle aigu les unes par rapport aux autres, et en ce qu'on forme dans chaque zone intermédiaire (19) de la matière de filtre se trouvant librement entre les différentes zones (17, 18) des parois des plis maintenues dans la presse, une arête de pliage en chauffant à une température se situant entre la température de déformation et la température de fusion.
  7. Procédé selon l'une des revendications 1, 3, 4 ou 6, caractérisé en ce que les zones de la matière de filtre, prévues pour la formation d'arêtes de pliage de forme linéaire, sont chauffées par au moins une mâchoire de chauffage, à une température se trouvant entre la température de ridage et la température de fusion jusqu'à ce que les aspérités provenant des indentations longitudinales (15) et/ou de la contraction de la matière du filtre, se soient égalisées.
  8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que pour la contraction de la matière du filtre (20, 36) on prévoit plusieurs saillies

- (22 ; 38) arrondies, disposées d façon répartie transversalement par rapport au sens longitudinal de la matière du filtre et venant en prise les unes dans les autres à la manière d'un engrenage, en ce que le dispositif de mise en forme consiste en au moins un dispositif de chauffage conçu pour la matière du filtre et en au moins une mâchoire (23 à 26 ; 40, 41) réalisant la mise en forme à demeure de la matière de filtre nécessaire pour les indentations longitudinales, exempte de contraintes, et en ce que l'on prévoit au moins une mâchoire de chauffage (30, 31 ; 49) opérationnelle seulement pour ces zones, pour le façonnage des zones exemptes d'aspérités, de forme linéaire, prévues pour la formation d'arêtes de filtres.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que pour le dispositif de mise en forme on prévoit deux mâchoires isolées thermiquement l'une de l'autre (40, 41) dans le sens longitudinal de la matière de filtre (36), la matière du filtre étant amenée, dans le sens de marche, d'abord entre les mâchoires (40) présentant une température se trouvant en dessous de la température de ridage et au-dessus de la température de déformation, puis ensuite entre les mâchoires (41) présentant une température se trouvant en dessous de la température de déformation.
  10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que pour fabriquer une pièce de filtre avec des indentations longitudinales s'étendant obliquement par rapport au sens longitudinal de la matière du filtre en forme de bande, on prévoit un dispositif de mise en forme avec des mâchoires (40, 41) présentant des rainures obliques (44) et des nervures obliques (45) venant en prise les unes dans les autres, mâchoires réparties perpendiculairement au sens longitudinal de la matière du filtre, les mâchoires (40, 41) exécutant un mouvement correspondant à la vitesse de déplacement latéral des indentations obliques perpendiculairement à la direction longitudinale de la matière du filtre en forme de bande.
  11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que l'on prévoit au moins une griffe de transport (46, 47) qui réalise une poussée de la matière du filtre (36) en forme de bande par paquets, correspondant au moins à la simple distance entre deux arêtes de pliage (48) de la pièce de filtre.

23

EP 0 429 805 B1

24

12. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le dispositif présente au moins trois mâchoires (23, 24, 25, 26) pouvant se fermer dans le sens longitudinal des indentations (15) longitudinales prévues dans les parois des plis (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14), orientées par leurs pointes de façon alternative en sens opposés, de forme trapézoïdale en section transversale, et au moins une mâchoire de chauffage (30, 31) coopérant avec la pointe de chaque mâchoire (24, 25) de forme trapézoïdale, se trouvant entre les deux mâchoires extérieures (23, 26), chauffant la matière du filtre (20) à une température se trouvant entre la température de ridage et la température de fusion de la matière de filtre.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que les côtés obliques des mâchoires (23, 24, 25, 26) de forme trapézoïdales en section transversale forment entre eux un angle compris entre 5° et 70°.

25

30

35

40

45

50

55





EP 0 429 805 B1

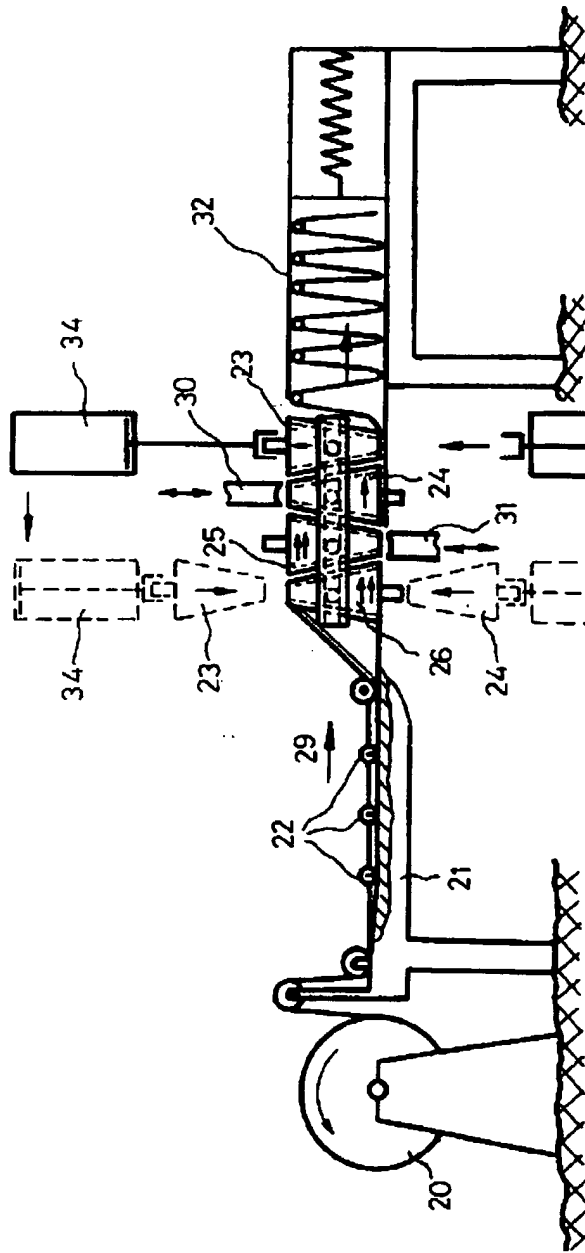


Fig.3

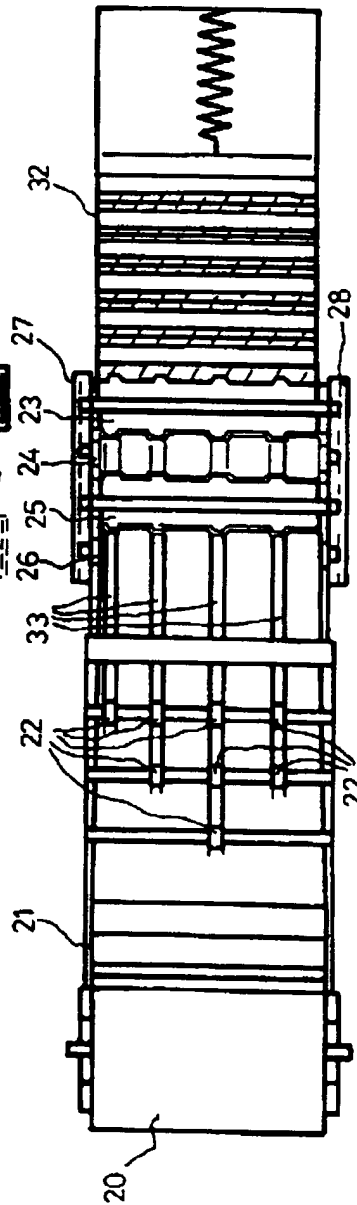
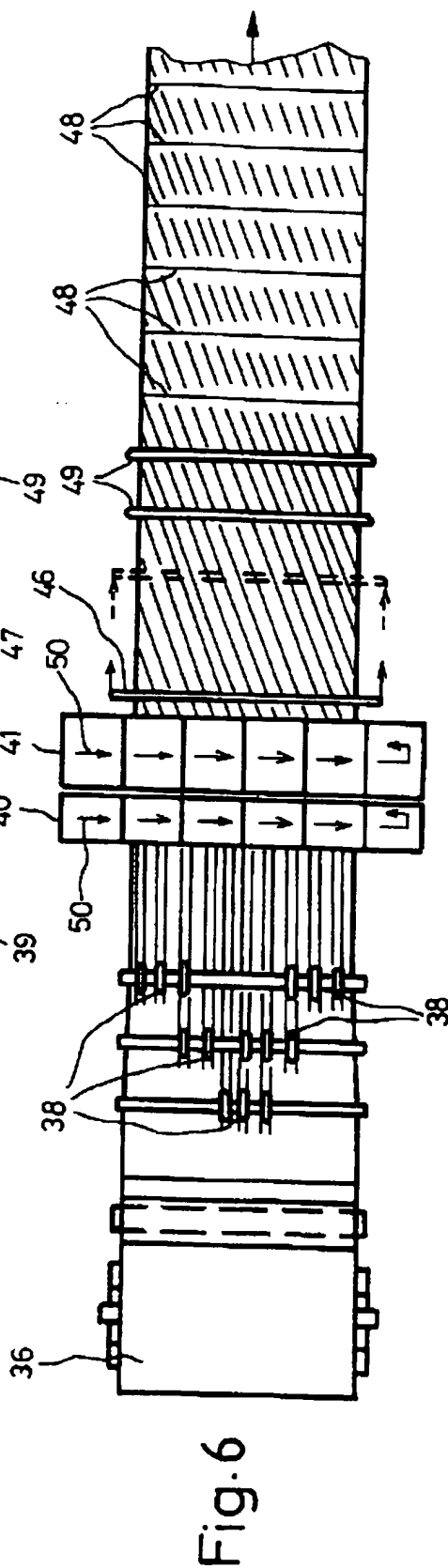
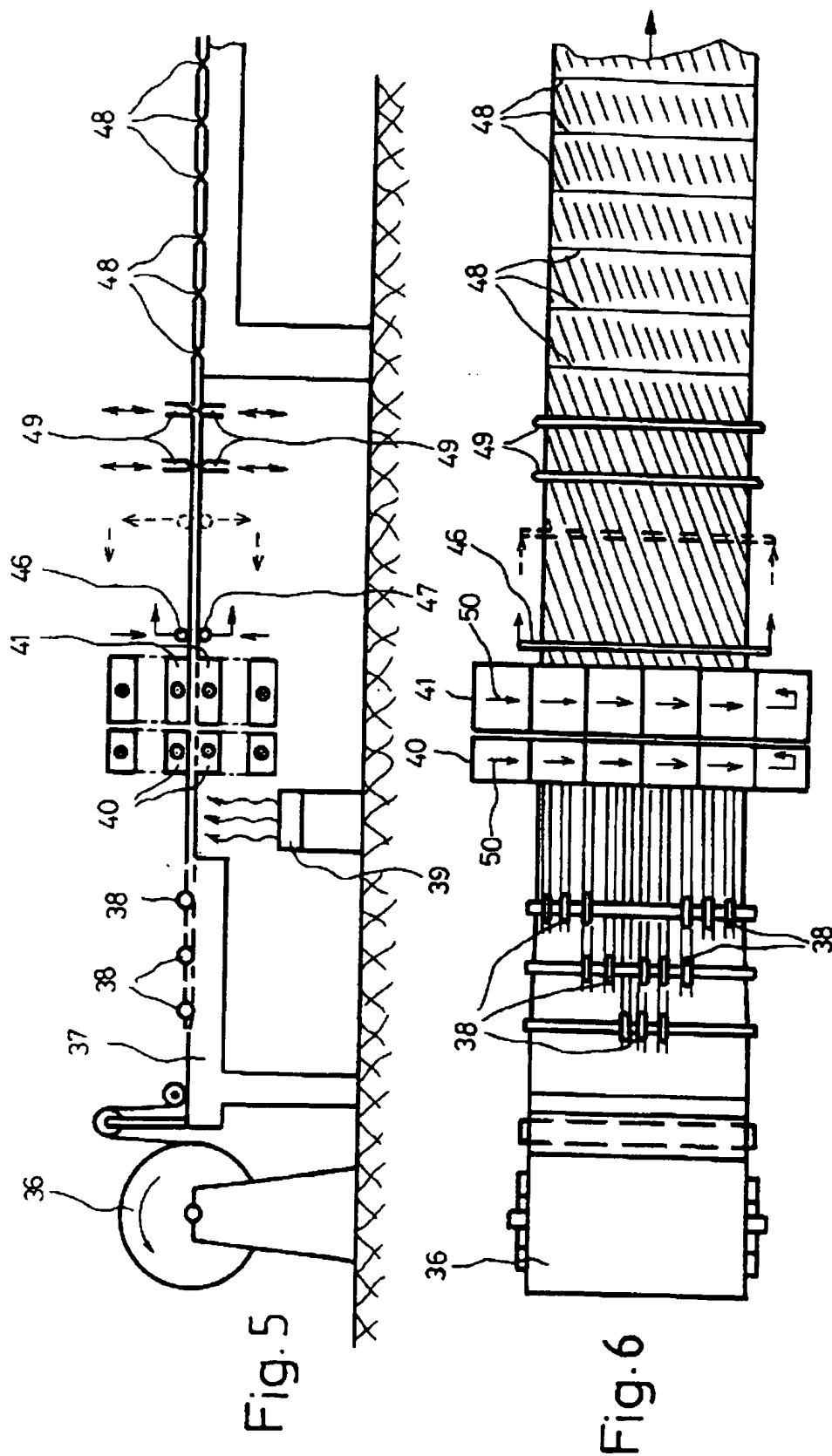


Fig.4

**EP 0 429 805 B1**



EP 0 429 805 B1

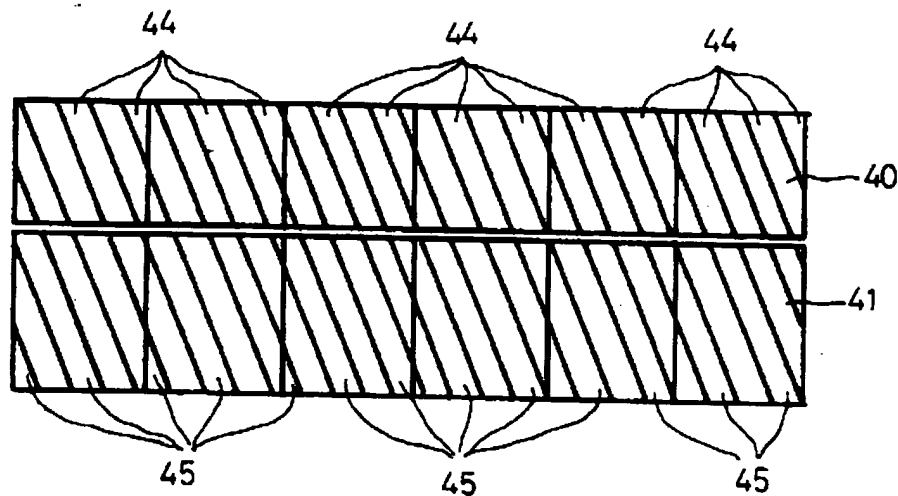


Fig. 7

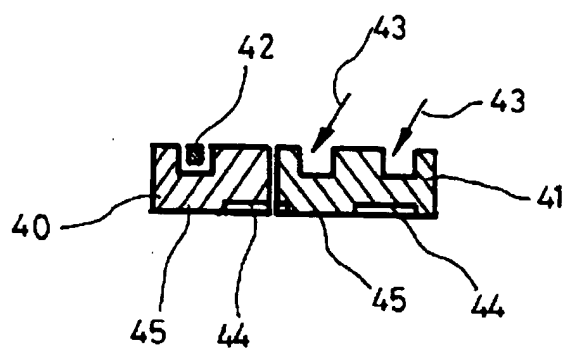


Fig. 8

? e pn=ep 429805

Ref	Items	Index-term
E1	1	PN=EP 429803
E2	1	PN=EP 429804
E3	1	*PN=EP 429805
E4	1	PN=EP 429806
E5	1	PN=EP 429807
E6	1	PN=EP 429808
E7	1	PN=EP 429809
E8	1	PN=EP 42981
E9	1	PN=EP 429810
E10	1	PN=EP 429811
E11	1	PN=EP 429812
E12	1	PN=EP 429813



RECEIVED  
GROUP 340  
98 MAR 25 PM 3:44

Enter P or PAGE for more

? se3

S1 1 PN="EP 429805"

? t s1/5/1

1/5/1

DIALOG(R)File 351:DERWENT WPI  
(c)1998 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

008661432 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 91-165459/199123

XRPX Acc No: N91-126874

Mfg. folded thermoplastic filter element - pleats transported web transversely to longitudinal sense before stress-free shaping of embossed portions

Patent Assignee: ASF AIR SYSTEM FILTER AG (ASFA-N); SEILER H (SEIL-I); SEIKO KOKI KK (SEIL )

Inventor: SEILER H

Number of Countries: 017 Number of Patents: 009

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
EP 429805	A	19910605	EP 90119290	A	19901008		199123 B
CA 2030667	A	19910528					199132
JP 3181305	A	19910807					199138
US 5064598	A	19911112	US 90615904	A	19901120		199148
CH 680910	A	19921215	CH 902665	A	19900816	B01D-027/06	199304
EP 429805	A3	19920212	EP 90119290	A	19901008		199323
EP 429805	B1	19941221	EP 90119290	A	19901008	B29C-053/84	199504
DE 59008081	G	19950202	DE 508081	A	19901008	B29C-053/84	199510
			EP 90119290	A	19901008		
ES 2066083	T3	19950301	EP 90119290	A	19901008	B29C-053/84	199515

Priority Applications (No Type Date): CH 902665 A 19900816; CH 894237 A 19891127

### Patent Details:

Patent	Kind	Lan	Pg	Filing	Notes	Application	Patent
--------	------	-----	----	--------	-------	-------------	--------

EP 429805 A

Designated States (Regional): AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

EP 429805      B1 G    17

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

DE 59008081 G                      Based on                      EP 429805

ES 2066083 T3 Based on EP 429805

**Abstract (Basic):** EP 429805 A

The folded thermoplastic filter element for mounting between inlet and outlet is mfd. such that the folds open to the outlet side are held apart by oblong, embossed portions (15) formed in the material. The material web forming the element is transported in its longitudinal direction is first pleated in the transverse direction for the amount necessary to form the embossed portions.

The latter are produced by stress-free permanent shaping, with the material heated to above shaping and below shrinkage temp. between jaws. Then it is cooled below the shaping temp. The linear folds are formed by jaws heated to between shaping temp. and melting point until all unevenness is smoothed out and then cooled again.

**ADVANTAGE** - Improved filtering effect and stability. (13pp

Dwg. No. 2 / 8)

Title Terms: MANUFACTURE; FOLD; THERMOPLASTIC; FILTER; ELEMENT; PLEAT;  
TRANSPORT; WEB; TRANSVERSE; LONGITUDE; SENSE; STRESS; FREE; SHAPE; EMBOSS  
; PORTION

Derwent Class: P72

**International Patent Class (Main):** B01D-027/06; B29C-053/84

International Patent Class (Additional): B01D-029/07; B01D-039/16;

B01D-046/52; B29C-053/22; B29C-053/24; B29C-061/02; B29L-031/14;

B31D-005/00

File Segment: EngqPI